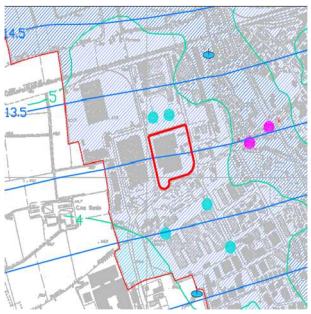
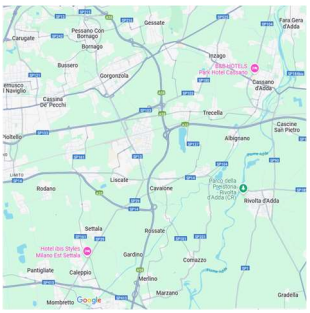
MELZO (MI)





INDAGINI PENETROMETRICEHE, SISMICHE E PERMEABILITY TEST STACK MIL 09

VIA MARCO POLO 2, MELZO (MI)

Committente:

Lombardini22 S.p.A.

Via Lombardini 22 20143 Milano, Italia

Simone Scarabelli
31.07.2025
12:53:48
GMT+02:00

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
SIMONE SCARABELLI
geologo specialista
Albo n. 1372 AP
sezione A

Data *19/02/2025*					
cod. *05/25*			*redatto*	*corretto*	*approvato*
Rev1	*Int1*				
Rev2	*Int2*				
Rev3	*Int3*				
Rev4	*Int4*				

SOMMARIO

1 CAMPAGNA DI INDAGINE GEOLOGICA 5
2 MODALITÀ DI INTERPRETAZIONE DELLE MISURE IN SITO 6
2.1 Prove penetrometriche dinamiche dpsh 6
2.2 Prove penetrometriche spt 7
2.2.1 Densità relativa (dr) da spt 8
2.2.2 Modulo elastico (e) da spt 8
2.2.3 Angolo di attrito (ϕ^') da spt 8
3 Risultato delle prove in sito 9
3.1 Tabulati penetrometrici 9
3.2 Elaborati prove in sito 14
3.3 Stratigrafia di riferimento 23
4 PERMEABILITY TEST 24
4.1 attrezzatura impiegata 25
4.2 elaborazione dati 26
5 RAPPRESENTAZIONE ED INTERPRETAZIONE DATI SISMICI M.A.S.W. 34
5.1 Ricostruzione del sottosuolo 35
5.2 Categoria di sottosuolo 36
6 RAPPRESENTAZIONE ED INTERPRETAZIONE DATI SISMICI H.V.S.R. 38
6.1 Frequenza caratteristica di risonanza del sito 40
7 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 42

1 CAMPAGNA DI INDAGINE GEOLOGICA

Nel 2025 è stata effettuata una campagna di indagine al fine della caratterizzazione geologica e geotecnica, composta dalle seguenti indagini:

- N°3 prove penetrometriche dinamiche DPSH spinte fino alla profondità massima di 15,00 m;
- N°1 prova geofisica (stendimento sismico a rifrazione) MASW;
- N° 1 rilevazione sismica passiva HVSR;
- N° 4 prove di permeabilità

Di seguito si riportano le ubicazioni delle prove geognostiche presenti nell'area di studio.

Figura 1: Ubicazione delle prove presso l'area di studio

2 MODALITÀ DI INTERPRETAZIONE DELLE MISURE IN SITO

2.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH

Le prove penetrometriche dinamiche DPSH sono prove geotecniche puntuali e consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio.

Nel corso della prova si rileva il numero di colpi necessari per la penetrazione di 20 cm della punta ed alternativamente del rivestimento. La resistenza del terreno dipende dalle caratteristiche fisico-meccaniche nel quale esso si trova allo stato naturale e pertanto per terreni incoerenti dipende prevalentemente dallo stato di addensamento dei granuli, mentre per terreni coesivi dipende dal contenuto di umidità naturale.

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PAGANI 63-200 DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa ba□ente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di ba□uta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm^2
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Angolo di apertura punta	90 °

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti
consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.
Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e Parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.
La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

I risultati di campo sono corretti con la seguente formulazione:

$$N_{SPT} = 1.47 * N\ (20)$$

2.2 PROVE PENETROMETRICHE SPT

I risultati ottenuti in campo sono stati corretti con le formulazioni di Gibbs e Holtz, che tengono conto degli effetti della pressione, del diametro di perforazione e della lunghezza delle aste di perforazione. La relazione è la seguente:

$$\text{Per } N<15 \qquad N' = NSPT$$

$$\text{Per } N\geq 15 \qquad N' = 15+1/2(NSPT-15)$$

È necessario tenere in conto anche dell'efficienza del dispositivo di perforazione, riducendo il valore di NSPT con la seguente correlazione:

$$N1(60) = Cn\ N_{SPT}$$

Dove:

$$Cn = \frac{3}{2 + \frac{\sigma'_{v0}}{100}}$$

L'efficienza del sistema di battitura è stata assunta pari al 60%.

2.2.1 DENSITÀ RELATIVA (DR) DA SPT

Partendo dai valori di NSPT è possibile valutare i valori di densità relativa con la seguente formula:

$$D_r = \sqrt{\frac{C_N \cdot N_{SPT}}{60}}$$ (Skempton, 1986)

2.2.2 MODULO ELASTICO (E) DA SPT

Utilizzando i parametri valutati precedentemente, è stato calcolato il modulo elastico utilizzando le seguenti formule:

$E_{25}, = (10{,}5 - 3{,}5 \cdot D_R) \cdot N_{SPT}$ →in kg/cmq→ Jamiolkowsky et al. 1988 per terreni NC

2.2.3 ANGOLO DI ATTRITO (Φ^') DA SPT

Utilizzando i parametri valutati precedentemente, l'angolo di resistenza al taglio ϕ' di picco del terreno è stato calcolato utilizzando le seguenti formule:

$\varphi' = 15 + [20 \cdot N1(60)]^{0.5}$ Owasaki e Iwasaki

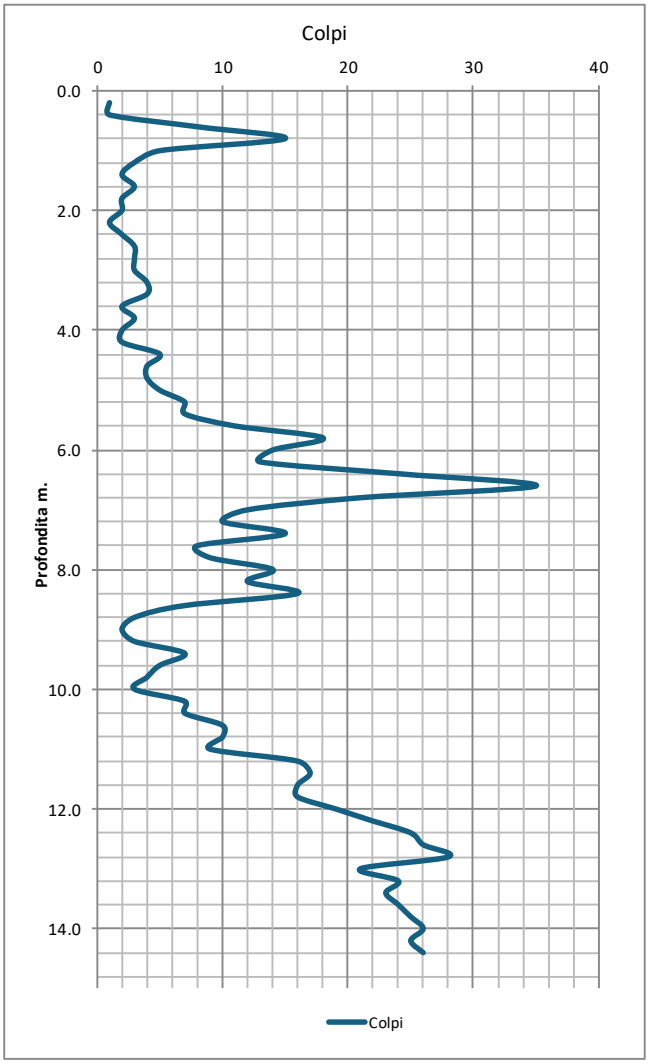
Figura 2 - Planimetria MIL09

3 RISULTATO DELLE PROVE IN SITO

3.1 TABULATI PENETROMETRICI

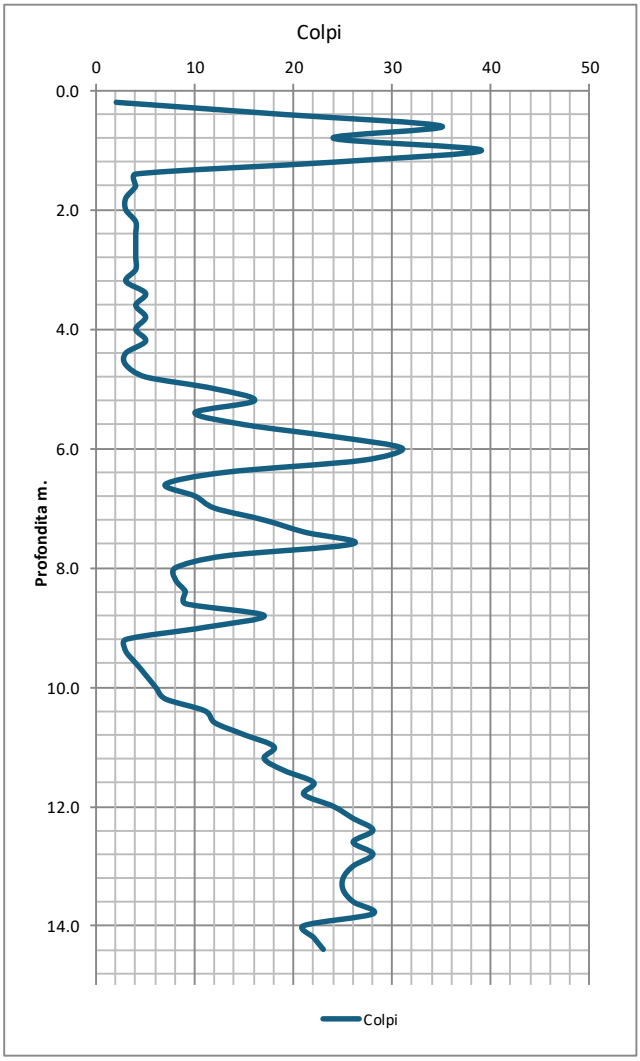
Prova: DPSH 1	Profondità : 14.4 *m.*	Quota Ass P.C: - - *m.*
Penetrom: *Pagani*	Data:29/01/2024	Coo: - - - -

Aste	Prof.	Colpi	Aste	Prof.	Colpi	Aste	Prof.	Colpi
1	0.2	1	11	10.2	7	21	20.2	
	0.4	1		10.4	7		20.2	
	0.6	8		10.6	10		20.4	
	0.8	15		10.8	10		20.6	
	1.0	5		11.0	9		20.8	
2	1.2	3	12	11.2	16	22	21.0	
	1.4	2		11.4	17		21.2	
	1.6	3		11.6	16		21.4	
	1.8	2		11.8	16		21.6	
	2.0	2		12.0	19		21.8	
3	2.2	1	13	12.2	22	23	22.0	
	2.4	2		12.4	25		22.2	
	2.6	3		12.6	26		22.4	
	2.8	3		12.8	28		22.6	
	3.0	3		13.0	21		22.8	
4	3.2	4	14	13.2	24	24	23.0	
	3.4	4		13.4	23		23.2	
	3.6	2		13.6	24		23.4	
	3.8	3		13.8	25		23.6	
	4.0	2		14.0	26		23.8	
5	4.2	2	15	14.2	25	25	24.0	
	4.4	5		14.4	26		24.2	
	4.6	4		14.6			24.6	
	4.8	4		14.8			24.8	
	5.0	5		15.0			25.0	
6	5.2	7	16	15.2		26	25.2	
	5.4	7		15.4			25.4	
	5.6	11		15.6			25.6	
	5.8	18		15.8			25.8	
	6.0	14		16.0			26.0	
7	6.2	13	17	16.2		27	26.2	
	6.4	24		16.4			26.4	
	6.6	35		16.6			26.6	
	6.8	21		16.8			26.8	
	7.0	12		17.0			27.0	
8	7.2	10	18	17.2		28	27.2	
	7.4	15		17.4			27.4	
	7.6	8		17.6			27.6	
	7.8	9		17.8			27.8	
	8.0	14		18.0			28.0	
9	8.2	12	19	18.2		29	28.2	
	8.4	16		18.4			28.4	
	8.6	7		18.6			28.6	
	8.8	3		18.8			28.8	
	9.0	2		19.0			29.0	
10	9.2	3	20	19.2		30	29.2	
	9.4	7		19.4			29.4	
	9.6	5		19.6			29.6	
	9.8	4		19.8			29.8	
	10.0	3		20.0			30.0	



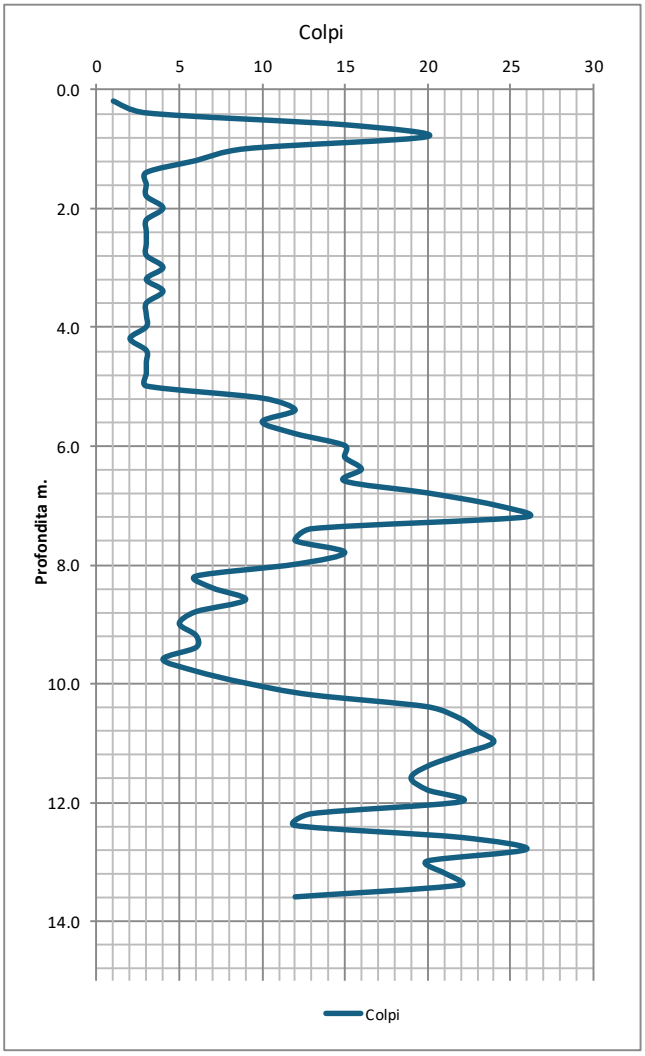
Prova: DPSH 1	Profondità : 14.4 *m.*	Quota Ass P.C: - - *m.*
Penetrom: *Pagani*	Data:29/01/2024	Coo: - - - -

Aste	Prof.	Colpi	Aste	Prof.	Colpi	Aste	Prof.	Colpi
1	0.2	2	11	10.2	7	21	20.2	
	0.4	19		10.4	11		20.2	
	0.6	35		10.6	12		20.4	
	0.8	24		10.8	15		20.6	
	1.0	39		11.0	18		20.8	
2	1.2	24	12	11.2	17	22	21.0	
	1.4	4		11.4	19		21.2	
	1.6	4		11.6	22		21.4	
	1.8	3		11.8	21		21.6	
	2.0	3		12.0	24		21.8	
3	2.2	4	13	12.2	26	23	22.0	
	2.4	4		12.4	28		22.2	
	2.6	4		12.6	26		22.4	
	2.8	4		12.8	28		22.6	
	3.0	4		13.0	26		22.8	
4	3.2	3	14	13.2	25	24	23.0	
	3.4	5		13.4	25		23.2	
	3.6	4		13.6	26		23.4	
	3.8	5		13.8	28		23.6	
	4.0	4		14.0	21		23.8	
5	4.2	5	15	14.2	22	25	24.0	
	4.4	3		14.4	23		24.2	
	4.6	3		14.6			24.6	
	4.8	5		14.8			24.8	
	5.0	12		15.0			25.0	
6	5.2	16	16	15.2		26	25.2	
	5.4	10		15.4			25.4	
	5.6	15		15.6			25.6	
	5.8	24		15.8			25.8	
	6.0	31		16.0			26.0	
7	6.2	27	17	16.2		27	26.2	
	6.4	13		16.4			26.4	
	6.6	7		16.6			26.6	
	6.8	10		16.8			26.8	
	7.0	12		17.0			27.0	
8	7.2	17	18	17.2		28	27.2	
	7.4	21		17.4			27.4	
	7.6	26		17.6			27.6	
	7.8	13		17.8			27.8	
	8.0	8		18.0			28.0	
9	8.2	8	19	18.2		29	28.2	
	8.4	9		18.4			28.4	
	8.6	9		18.6			28.6	
	8.8	17		18.8			28.8	
	9.0	11		19.0			29.0	
10	9.2	3	20	19.2		30	29.2	
	9.4	3		19.4			29.4	
	9.6	4		19.6			29.6	
	9.8	5		19.8			29.8	
	10.0	6		20.0			30.0	



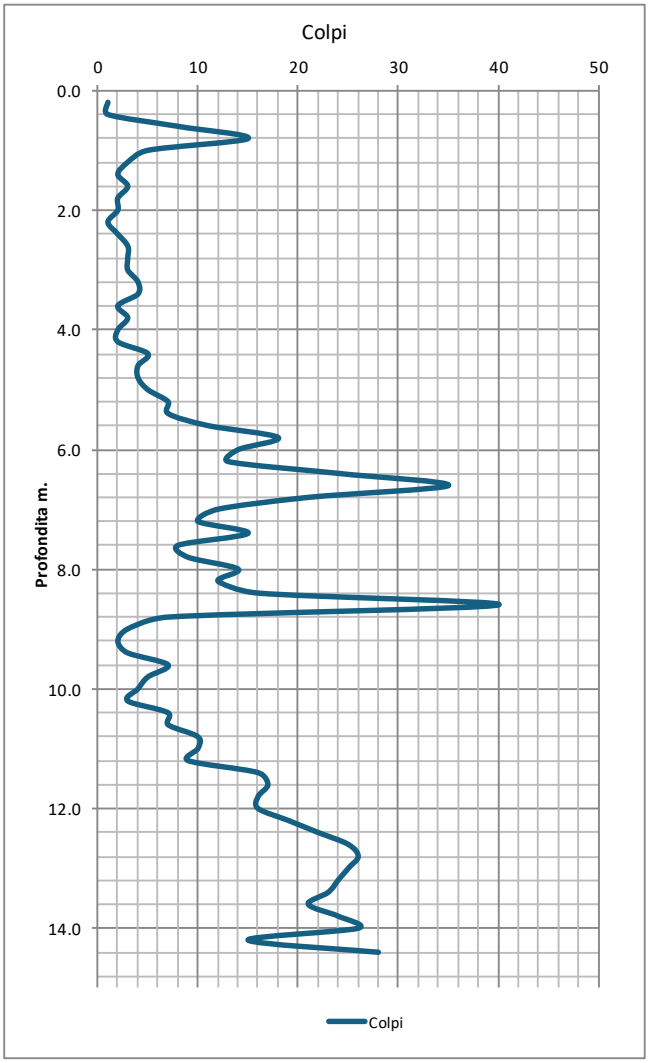
Prova: DPSH 3	Profondità : 13.6 *m.*	Quota Ass P.C: - - *m.*
Penetrom: *Pagani*	Data:29/01/2024	Coo: - - - -

Aste	Prof.	Colpi	Aste	Prof.	Colpi	Aste	Prof.	Colpi
1	0.2	1	11	10.2	13	21	20.2	
	0.4	3		10.4	20		20.2	
	0.6	15		10.6	22		20.4	
	0.8	20		10.8	23		20.6	
	1.0	9		11.0	24		20.8	
2	1.2	6	12	11.2	22	22	21.0	
	1.4	3		11.4	20		21.2	
	1.6	3		11.6	19		21.4	
	1.8	3		11.8	20		21.6	
	2.0	4		12.0	22		21.8	
3	2.2	3	13	12.2	13	23	22.0	
	2.4	3		12.4	12		22.2	
	2.6	3		12.6	22		22.4	
	2.8	3		12.8	26		22.6	
	3.0	4		13.0	20		22.8	
4	3.2	3	14	13.2	21	24	23.0	
	3.4	4		13.4	22		23.2	
	3.6	3		13.6	12		23.4	
	3.8	3		13.8			23.6	
	4.0	3		14.0			23.8	
5	4.2	2	15	14.2		25	24.0	
	4.4	3		14.4			24.2	
	4.6	3		14.6			24.6	
	4.8	3		14.8			24.8	
	5.0	3		15.0			25.0	
6	5.2	10	16	15.2		26	25.2	
	5.4	12		15.4			25.4	
	5.6	10		15.6			25.6	
	5.8	12		15.8			25.8	
	6.0	15		16.0			26.0	
7	6.2	15	17	16.2		27	26.2	
	6.4	16		16.4			26.4	
	6.6	15		16.6			26.6	
	6.8	20		16.8			26.8	
	7.0	24		17.0			27.0	
8	7.2	26	18	17.2		28	27.2	
	7.4	13		17.4			27.4	
	7.6	12		17.6			27.6	
	7.8	15		17.8			27.8	
	8.0	12		18.0			28.0	
9	8.2	6	19	18.2		29	28.2	
	8.4	7		18.4			28.4	
	8.6	9		18.6			28.6	
	8.8	6		18.8			28.8	
	9.0	5		19.0			29.0	
10	9.2	6	20	19.2		30	29.2	
	9.4	6		19.4			29.4	
	9.6	4		19.6			29.6	
	9.8	6		19.8			29.8	
	10.0	9		20.0			30.0	



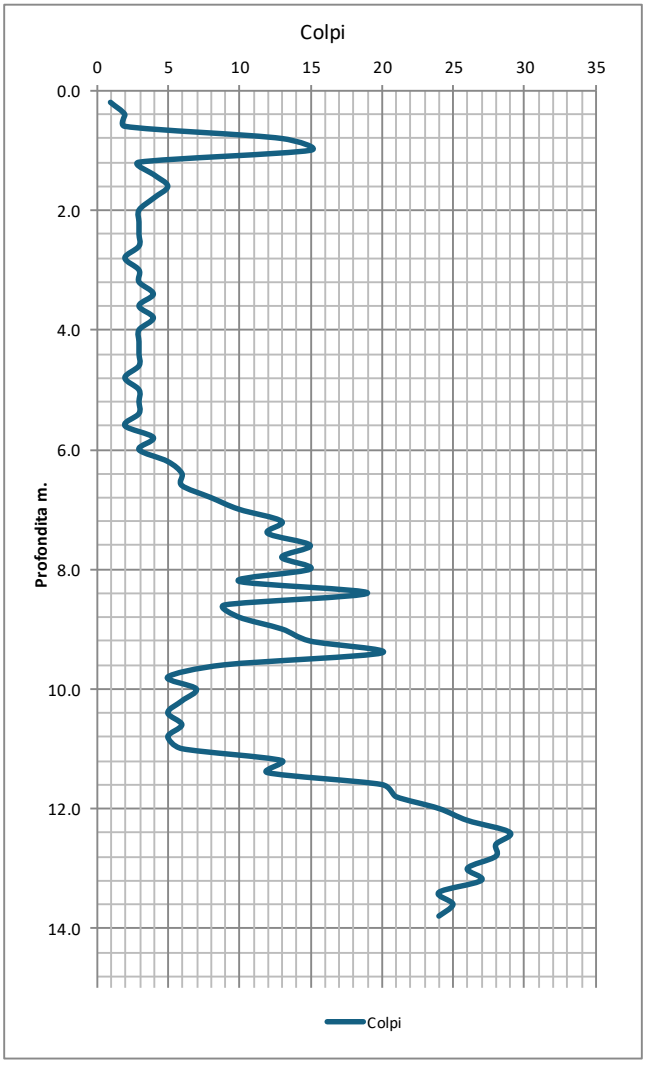
Prova: DPSH 4	Profondità : 14.4 *m.*	Quota Ass P.C: - - *m.*
Penetrom: *Pagani*	Data:29/01/2024	Coo: - - - -

Aste	Prof.	Colpi	Aste	Prof.	Colpi	Aste	Prof.	Colpi
1	0.2	1	11	10.2	3	21	20.2	
	0.4	1		10.4	7		20.2	
	0.6	8		10.6	7		20.4	
	0.8	15		10.8	10		20.6	
	1.0	5		11.0	10		20.8	
2	1.2	3	12	11.2	9	22	21.0	
	1.4	2		11.4	16		21.2	
	1.6	3		11.6	17		21.4	
	1.8	2		11.8	16		21.6	
	2.0	2		12.0	16		21.8	
3	2.2	1	13	12.2	19	23	22.0	
	2.4	2		12.4	22		22.2	
	2.6	3		12.6	25		22.4	
	2.8	3		12.8	26		22.6	
	3.0	3		13.0	25		22.8	
4	3.2	4	14	13.2	24	24	23.0	
	3.4	4		13.4	23		23.2	
	3.6	2		13.6	21		23.4	
	3.8	3		13.8	24		23.6	
	4.0	2		14.0	26		23.8	
5	4.2	2	15	14.2	15	25	24.0	
	4.4	5		14.4	28		24.2	
	4.6	4		14.6			24.6	
	4.8	4		14.8			24.8	
	5.0	5		15.0			25.0	
6	5.2	7	16	15.2		26	25.2	
	5.4	7		15.4			25.4	
	5.6	11		15.6			25.6	
	5.8	18		15.8			25.8	
	6.0	14		16.0			26.0	
7	6.2	13	17	16.2		27	26.2	
	6.4	24		16.4			26.4	
	6.6	35		16.6			26.6	
	6.8	21		16.8			26.8	
	7.0	12		17.0			27.0	
8	7.2	10	18	17.2		28	27.2	
	7.4	15		17.4			27.4	
	7.6	8		17.6			27.6	
	7.8	9		17.8			27.8	
	8.0	14		18.0			28.0	
9	8.2	12	19	18.2		29	28.2	
	8.4	16		18.4			28.4	
	8.6	40		18.6			28.6	
	8.8	7		18.8			28.8	
	9.0	3		19.0			29.0	
10	9.2	2	20	19.2		30	29.2	
	9.4	3		19.4			29.4	
	9.6	7		19.6			29.6	
	9.8	5		19.8			29.8	
	10.0	4		20.0			30.0	



Prova: DPSH 5	Profondità : 13.8 *m.*	Quota Ass P.C: - - *m.*
Penetrom: *Pagani*	Data:29/01/2024	Coo: - - - -

Aste	Prof.	Colpi	Aste	Prof.	Colpi	Aste	Prof.	Colpi
	0.2	1		10.2	6	21	20.2	
	0.4	2		10.4	5		20.2	
1	0.6	2	11	10.6	6		20.4	
	0.8	13		10.8	5		20.6	
	1.0	15		11.0	6		20.8	
	1.2	3		11.2	13	22	21.0	
	1.4	4		11.4	12		21.2	
2	1.6	5	12	11.6	20		21.4	
	1.8	4		11.8	21		21.6	
	2.0	3		12.0	24		21.8	
	2.2	3		12.2	26	23	22.0	
	2.4	3		12.4	29		22.2	
3	2.6	3	13	12.6	28		22.4	
	2.8	2		12.8	28		22.6	
	3.0	3		13.0	26		22.8	
	3.2	3		13.2	27	24	23.0	
	3.4	4		13.4	24		23.2	
4	3.6	3	14	13.6	25		23.4	
	3.8	4		13.8	24		23.6	
	4.0	3		14.0			23.8	
	4.2	3		14.2			24.0	
	4.4	3		14.4			24.2	
5	4.6	3	15	14.6		25	24.6	
	4.8	2		14.8			24.8	
	5.0	3		15.0			25.0	
	5.2	3		15.2			25.2	
	5.4	3		15.4			25.4	
6	5.6	2	16	15.6		26	25.6	
	5.8	4		15.8			25.8	
	6.0	3		16.0			26.0	
	6.2	5		16.2			26.2	
	6.4	6		16.4			26.4	
7	6.6	6	17	16.6		27	26.6	
	6.8	8		16.8			26.8	
	7.0	10		17.0			27.0	
	7.2	13		17.2			27.2	
	7.4	12		17.4			27.4	
8	7.6	15	18	17.6		28	27.6	
	7.8	13		17.8			27.8	
	8.0	15		18.0			28.0	
	8.2	10		18.2			28.2	
	8.4	19		18.4			28.4	
9	8.6	9	19	18.6		29	28.6	
	8.8	10		18.8			28.8	
	9.0	13		19.0			29.0	
	9.2	15		19.2			29.2	
	9.4	20		19.4			29.4	
10	9.6	9	20	19.6		30	29.6	
	9.8	5		19.8			29.8	
	10.0	7		20.0			30.0	



3.2 ELABORATI PROVE IN SITO

Prova Nr	Profondità [m]	N_{20}	N_{SPT}	N'	Y [kN/m^3]	Livello Falda [m]	σ'vo [kPa]	Cn	$N_{1(60)}$	Dr [%]	Cons	E' [kPa] (Jamiolkowski)	φ' [°]
DPSH 1	0.2	1	1.47	8.24	18	3	3.6	1.5	2.2	19%	NC	1543	21.58
	0.4	1	1.47	8.24	18	3	7.2	1.4	2.1	19%	NC	1543	21.52
	0.6	8	11.76	13.38	18	3	10.8	1.4	16.7	53%	NC	12326	33.30
	0.8	15	22.05	18.53	18	3	14.4	1.4	30.9	72%	NC	23097	39.84
	1	5	7.35	11.18	18	3	18	1.4	10.1	41%	NC	7707	29.22
	1.2	3	4.41	9.71	18	3	21.6	1.4	6.0	32%	NC	4626	25.93
	1.4	2	2.94	8.97	18	3	25.2	1.3	3.9	26%	NC	3084	23.85
	1.6	3	4.41	9.71	18	3	28.8	1.3	5.8	31%	NC	4626	25.75
	1.8	2	2.94	8.97	18	3	32.4	1.3	3.8	25%	NC	3084	23.71
	2	2	2.94	8.97	18	3	36	1.3	3.7	25%	NC	3084	23.65
	2.2	1	1.47	8.24	18	3	39.6	1.3	1.8	18%	NC	1543	21.07
	2.4	2	2.94	8.97	18	3	43.2	1.2	3.6	25%	NC	3084	23.52
	2.6	3	4.41	9.71	18	3	46.8	1.2	5.4	30%	NC	4626	25.35
	2.8	3	4.41	9.71	18	3	50.4	1.2	5.3	30%	NC	4626	25.28
	3	3	4.41	9.71	18	3	54	1.2	5.2	29%	NC	4626	25.21
	3.2	4	5.88	10.44	18	3	55.6	1.2	6.9	34%	NC	6167	26.75
	3.4	4	5.88	10.44	18	3	57.2	1.2	6.9	34%	NC	6167	26.71
	3.6	2	2.94	8.97	18	3	58.8	1.2	3.4	24%	NC	3085	23.26
	3.8	3	4.41	9.71	18	3	60.4	1.2	5.1	29%	NC	4626	25.08
	4	2	2.94	8.97	18	3	62	1.1	3.4	24%	NC	3085	23.21
	4.2	2	2.94	8.97	18	3	63.6	1.1	3.3	24%	NC	3085	23.18
	4.4	5	7.35	11.18	18	3	65.2	1.1	8.3	37%	NC	7708	27.90
	4.6	4	5.88	10.44	18	3	66.8	1.1	6.6	33%	NC	6167	26.50
	4.8	4	5.88	10.44	18	3	68.4	1.1	6.6	33%	NC	6167	26.46
	5	5	7.35	11.18	18	3	70	1.1	8.2	37%	NC	7708	27.78
	5.2	7	10.29	12.65	18	3	71.6	1.1	11.4	44%	NC	10789	30.08
	5.4	7	10.29	12.65	18	3	73.2	1.1	11.3	43%	NC	10789	30.03
	5.6	11	16.17	15.59	18	3	74.8	1.1	17.7	54%	NC	16948	33.79
	5.8	18	26.46	26.46	18	3	76.4	1.1	28.7	69%	NC	27719	38.97
	6	14	20.58	17.79	18	3	78	1.1	22.2	61%	NC	21565	36.08
	6.2	13	19.11	17.06	18	3	79.6	1.1	20.5	58%	NC	20026	35.25
	6.4	24	35.28	35.28	18	3	81.2	1.1	37.6	79%	NC	36946	42.44
	6.6	35	51.45	51.45	18	3	82.8	1.1	54.6	95%	NC	53851	48.04
	6.8	21	30.87	30.87	18	3	84.4	1.1	32.6	74%	NC	32334	40.52
	7	12	17.64	16.32	18	3	86	1.0	18.5	56%	NC	18488	34.24
	7.2	10	14.7	14.85	18	3	87.6	1.0	15.3	51%	NC	15409	32.51
	7.4	15	22.05	18.53	18	3	89.2	1.0	22.9	62%	NC	23105	36.39
	7.6	8	11.76	13.38	18	3	90.8	1.0	12.1	45%	NC	12329	30.58
	7.8	9	13.23	14.12	18	3	92.4	1.0	13.6	48%	NC	13869	31.48
	8	14	20.58	17.79	18	3	94	1.0	21.0	59%	NC	21566	35.49
	8.2	12	17.64	16.32	18	3	95.6	1.0	17.9	55%	NC	18488	33.92
	8.4	16	23.52	23.52	18	3	97.2	1.0	23.7	63%	NC	24644	36.79
	8.6	7	10.29	12.65	18	3	98.8	1.0	10.3	41%	NC	10790	29.37
	8.8	3	4.41	9.71	18	3	100.4	1.0	4.4	27%	NC	4626	24.39
	9	2	2.94	8.97	18	3	102	1.0	2.9	22%	NC	3085	22.64
	9.2	3	4.41	9.71	18	3	103.6	1.0	4.4	27%	NC	4626	24.34
	9.4	7	10.29	12.65	18	3	105.2	1.0	10.1	41%	NC	10790	29.22
	9.6	5	7.35	11.18	18	3	106.8	1.0	7.2	35%	NC	7709	26.99
	9.8	4	5.88	10.44	18	3	108.4	1.0	5.7	31%	NC	6168	25.70
	10	3	4.41	9.71	18	3	110	1.0	4.3	27%	NC	4626	24.24
	10.2	7	10.29	12.65	18	3	111.6	1.0	9.9	41%	NC	10790	29.08
	10.4	7	10.29	12.65	18	3	113.2	1.0	9.9	41%	NC	10790	29.04
	10.6	10	14.7	14.85	18	3	114.8	1.0	14.0	48%	NC	15410	31.74
	10.8	10	14.7	14.85	18	3	116.4	0.9	13.9	48%	NC	15410	31.70
	11	9	13.23	14.12	18	3	118	0.9	12.5	46%	NC	13870	30.80
	11.2	16	23.52	23.52	18	3	119.6	0.9	22.1	61%	NC	24646	36.01
	11.4	17	24.99	24.99	18	3	121.2	0.9	23.3	62%	NC	26185	36.61
	11.6	16	23.52	23.52	18	3	122.8	0.9	21.9	60%	NC	24646	35.91
	11.8	16	23.52	23.52	18	3	124.4	0.9	21.8	60%	NC	24646	35.86
	12	19	27.93	27.93	18	3	126	0.9	25.7	65%	NC	29263	37.67
	12.2	22	32.34	32.34	18	3	127.6	0.9	29.6	70%	NC	33877	39.34
	12.4	25	36.75	36.75	18	3	129.2	0.9	33.5	75%	NC	38491	40.88
	12.6	26	38.22	38.22	18	3	130.8	0.9	34.7	76%	NC	40029	41.33
	12.8	28	41.16	41.16	18	3	132.4	0.9	37.1	79%	NC	43105	42.26
	13	21	30.87	30.87	18	3	134	0.9	27.7	68%	NC	32340	38.55
	13.2	24	35.28	35.28	18	3	135.6	0.9	31.5	73%	NC	36954	40.11
	13.4	23	33.81	33.81	18	3	137.2	0.9	30.1	71%	NC	35417	39.53
	13.6	24	35.28	35.28	18	3	138.8	0.9	31.2	72%	NC	36955	40.00
	13.8	25	36.75	36.75	18	3	140.4	0.9	32.4	73%	NC	38493	40.45
	14	26	38.22	38.22	18	3	142	0.9	33.5	75%	NC	40031	40.89
	14.2	25	36.75	36.75	18	3	143.6	0.9	32.1	73%	NC	38493	40.33
	14.4	26	38.22	38.22	18	3	145.2	0.9	33.2	74%	NC	40031	40.77

Prova Nr	Profondità [m]	N_{20}	N_{SPT}	N'	Y [kN/m^3]	Livello di Falda [m]	σ'vo [kPa]	Cn	$N_{1(60)}$	Dr [%]	Cons	E' [kPa] (Jamiolkowski)	φ' [°]
DPSH 2	0.2	2	2.94	8.97	18	3	3.6	1.5	4.3	27%	NC	3084	24.31
	0.4	19	27.93	27.93	18	3	7.2	1.4	40.4	82%	NC	29246	43.44
	0.6	35	51.45	51.45	18	3	10.8	1.4	73.2	100%	NC	53842	53.27
	0.8	24	35.28	35.28	18	3	14.4	1.4	49.4	91%	NC	36932	46.42
	1.0	39	57.33	57.33	18	3	18	1.4	78.9	100%	NC	59996	54.72
	1.2	24	35.28	35.28	18	3	21.6	1.4	47.8	89%	NC	36934	45.91
	1.4	4	5.88	10.44	18	3	25.2	1.3	7.8	36%	NC	6167	27.52
	1.6	4	5.88	10.44	18	3	28.8	1.3	7.7	36%	NC	6167	27.42
	1.8	3	4.41	9.71	18	3	32.4	1.3	5.7	31%	NC	4626	25.67
	2.0	3	4.41	9.71	18	3	36	1.3	5.6	31%	NC	4626	25.59
	2.2	4	5.88	10.44	18	3	39.6	1.3	7.4	35%	NC	6167	27.13
	2.4	4	5.88	10.44	18	3	43.2	1.2	7.3	35%	NC	6167	27.04
	2.6	4	5.88	10.44	18	3	46.8	1.2	7.1	35%	NC	6167	26.96
	2.8	4	5.88	10.44	18	3	50.4	1.2	7.0	34%	NC	6167	26.87
	3.0	4	5.88	10.44	18	3	54	1.2	6.9	34%	NC	6167	26.79
	3.2	3	4.41	9.71	18	3	55.6	1.2	5.2	29%	NC	4626	25.17
	3.4	5	7.35	11.18	18	3	57.2	1.2	8.6	38%	NC	7708	28.09
	3.6	4	5.88	10.44	18	3	58.8	1.2	6.8	34%	NC	6167	26.68
	3.8	5	7.35	11.18	18	3	60.4	1.2	8.5	38%	NC	7708	28.01
	4.0	4	5.88	10.44	18	3	62	1.1	6.7	33%	NC	6167	26.60
	4.2	5	7.35	11.18	18	3	63.6	1.1	8.4	37%	NC	7708	27.93
	4.4	3	4.41	9.71	18	3	65.2	1.1	5.0	29%	NC	4626	24.99
	4.6	3	4.41	9.71	18	3	66.8	1.1	5.0	29%	NC	4626	24.96
	4.8	5	7.35	11.18	18	3	68.4	1.1	8.2	37%	NC	7708	27.82
	5.0	12	17.64	16.32	18	3	70	1.1	19.6	57%	NC	18487	34.80
	5.2	16	23.52	23.52	18	3	71.6	1.1	26.0	66%	NC	24642	37.79
	5.4	10	14.7	14.85	18	3	73.2	1.1	16.1	52%	NC	15408	32.97
	5.6	15	22.05	18.53	18	3	74.8	1.1	24.1	63%	NC	23104	36.94
	5.8	24	35.28	35.28	18	3	76.4	1.1	38.3	80%	NC	36945	42.67
	6.0	31	45.57	45.57	18	3	78	1.1	49.2	91%	NC	47704	46.36
	6.2	27	39.69	39.69	18	3	79.6	1.1	42.6	84%	NC	41557	44.18
	6.4	13	19.11	17.06	18	3	81.2	1.1	20.4	58%	NC	20027	35.19
	6.6	7	10.29	12.65	18	3	82.8	1.1	10.9	43%	NC	10789	29.78
	6.8	10	14.7	14.85	18	3	84.4	1.1	15.5	51%	NC	15409	32.61
	7.0	12	17.64	16.32	18	3	86	1.0	18.5	56%	NC	18488	34.24
	7.2	17	24.99	24.99	18	3	87.6	1.0	26.1	66%	NC	26182	37.83
	7.4	21	30.87	30.87	18	3	89.2	1.0	32.0	73%	NC	32335	40.31
	7.6	26	38.22	38.22	18	3	90.8	1.0	39.4	81%	NC	40023	43.08
	7.8	13	19.11	17.06	18	3	92.4	1.0	19.6	57%	NC	20027	34.80
	8.0	8	11.76	13.38	18	3	94	1.0	12.0	45%	NC	12330	30.49
	8.2	8	11.76	13.38	18	3	95.6	1.0	11.9	45%	NC	12330	30.45
	8.4	9	13.23	14.12	18	3	97.2	1.0	13.4	47%	NC	13870	31.34
	8.6	9	13.23	14.12	18	3	98.8	1.0	13.3	47%	NC	13870	31.30
	8.8	17	24.99	24.99	18	3	100.4	1.0	25.0	64%	NC	26183	37.34
	9.0	11	16.17	15.59	18	3	102	1.0	16.1	52%	NC	16949	32.92
	9.2	3	4.41	9.71	18	3	103.6	1.0	4.4	27%	NC	4626	24.34
	9.4	3	4.41	9.71	18	3	105.2	1.0	4.3	27%	NC	4626	24.31
	9.6	4	5.88	10.44	18	3	106.8	1.0	5.7	31%	NC	6168	25.72
	9.8	5	7.35	11.18	18	3	108.4	1.0	7.1	35%	NC	7709	26.96
	10.0	6	8.82	11.91	18	3	110	1.0	8.5	38%	NC	9249	28.07
	10.2	7	10.29	12.65	18	3	111.6	1.0	9.9	41%	NC	10790	29.08
	10.4	11	16.17	15.59	18	3	113.2	1.0	15.5	51%	NC	16950	32.60
	10.6	12	17.64	16.32	18	3	114.8	1.0	16.8	53%	NC	18489	33.34
	10.8	15	22.05	18.53	18	3	116.4	0.9	20.9	59%	NC	23107	35.45
	11.0	18	26.46	26.46	18	3	118	0.9	25.0	65%	NC	27723	37.34
	11.2	17	24.99	24.99	18	3	119.6	0.9	23.5	63%	NC	26185	36.66
	11.4	19	27.93	27.93	18	3	121.2	0.9	26.1	66%	NC	29262	37.84
	11.6	22	32.34	32.34	18	3	122.8	0.9	30.1	71%	NC	33877	39.52
	11.8	21	30.87	30.87	18	3	124.4	0.9	28.5	69%	NC	32339	38.89
	12.0	24	35.28	35.28	18	3	126	0.9	32.5	74%	NC	36953	40.48
	12.2	26	38.22	38.22	18	3	127.6	0.9	35.0	76%	NC	40029	41.46
	12.4	28	41.16	41.16	18	3	129.2	0.9	37.5	79%	NC	43104	42.39
	12.6	26	38.22	38.22	18	3	130.8	0.9	34.7	76%	NC	40029	41.33
	12.8	28	41.16	41.16	18	3	132.4	0.9	37.1	79%	NC	43105	42.26
	13.0	26	38.22	38.22	18	3	134	0.9	34.3	76%	NC	40030	41.20
	13.2	25	36.75	36.75	18	3	135.6	0.9	32.9	74%	NC	38492	40.63
	13.4	25	36.75	36.75	18	3	137.2	0.9	32.7	74%	NC	38493	40.57
	13.6	26	38.22	38.22	18	3	138.8	0.9	33.8	75%	NC	40031	41.02
	13.8	28	41.16	41.16	18	3	140.4	0.9	36.3	78%	NC	43106	41.94
	14.0	21	30.87	30.87	18	3	142	0.9	27.1	67%	NC	32341	38.27
	14.2	22	32.34	32.34	18	3	143.6	0.9	28.2	69%	NC	33879	38.76
	14.4	23	33.81	33.81	18	3	145.2	0.9	29.4	70%	NC	35418	39.24

Prova Nr	Profondità [m]	N_{20}	N_{SPT}	N'	Y' [kN/m^3]	Livello di Falda [m]	σ'vo [kPa]	Cn	$N_{1(60)}$	Dr [%]	Cons	E' [kPa] (Jamiolkowski)	φ' [°]
DPSH 3	0.2	1	1.47	8.24	18	3	3.6	1.5	2.2	19%	NC	1543	21.58
	0.4	3	4.41	9.71	18	3	7.2	1.4	6.4	33%	NC	4625	26.30
	0.6	15	22.05	18.53	18	3	10.8	1.4	31.4	72%	NC	23097	40.05
	0.8	20	29.4	29.40	18	3	14.4	1.4	41.1	83%	NC	30785	43.68
	1.0	9	13.23	14.12	18	3	18	1.4	18.2	55%	NC	13866	34.08
	1.2	6	8.82	11.91	18	3	21.6	1.4	11.9	45%	NC	9247	30.45
	1.4	3	4.41	9.71	18	3	25.2	1.3	5.9	31%	NC	4626	25.84
	1.6	3	4.41	9.71	18	3	28.8	1.3	5.8	31%	NC	4626	25.75
	1.8	3	4.41	9.71	18	3	32.4	1.3	5.7	31%	NC	4626	25.67
	2.0	4	5.88	10.44	18	3	36	1.3	7.5	35%	NC	6167	27.23
	2.2	3	4.41	9.71	18	3	39.6	1.3	5.5	30%	NC	4626	25.51
	2.4	3	4.41	9.71	18	3	43.2	1.2	5.4	30%	NC	4626	25.43
	2.6	3	4.41	9.71	18	3	46.8	1.2	5.4	30%	NC	4626	25.35
	2.8	3	4.41	9.71	18	3	50.4	1.2	5.3	30%	NC	4626	25.28
	3.0	4	5.88	10.44	18	3	54	1.2	6.9	34%	NC	6167	26.79
	3.2	3	4.41	9.71	18	3	55.6	1.2	5.2	29%	NC	4626	25.17
	3.4	4	5.88	10.44	18	3	57.2	1.2	6.9	34%	NC	6167	26.71
	3.6	3	4.41	9.71	18	3	58.8	1.2	5.1	29%	NC	4626	25.11
	3.8	3	4.41	9.71	18	3	60.4	1.2	5.1	29%	NC	4626	25.08
	4.0	3	4.41	9.71	18	3	62	1.1	5.0	29%	NC	4626	25.05
	4.2	2	2.94	8.97	18	3	63.6	1.1	3.3	24%	NC	3085	23.18
	4.4	3	4.41	9.71	18	3	65.2	1.1	5.0	29%	NC	4626	24.99
	4.6	3	4.41	9.71	18	3	66.8	1.1	5.0	29%	NC	4626	24.96
	4.8	3	4.41	9.71	18	3	68.4	1.1	4.9	29%	NC	4626	24.93
	5.0	3	4.41	9.71	18	3	70	1.1	4.9	29%	NC	4626	24.90
	5.2	10	14.7	14.85	18	3	71.6	1.1	16.2	52%	NC	15408	33.02
	5.4	12	17.64	16.32	18	3	73.2	1.1	19.4	57%	NC	18487	34.68
	5.6	10	14.7	14.85	18	3	74.8	1.1	16.0	52%	NC	15408	32.92
	5.8	12	17.64	16.32	18	3	76.4	1.1	19.1	56%	NC	18487	34.57
	6.0	15	22.05	18.53	18	3	78	1.1	23.8	63%	NC	23104	36.82
	6.2	15	22.05	18.53	18	3	79.6	1.1	23.7	63%	NC	23104	36.75
	6.4	16	23.52	23.52	18	3	81.2	1.1	25.1	65%	NC	24643	37.40
	6.6	15	22.05	18.53	18	3	82.8	1.1	23.4	62%	NC	23104	36.63
	6.8	20	29.4	29.40	18	3	84.4	1.1	31.0	72%	NC	30796	39.90
	7.0	24	35.28	35.28	18	3	86	1.0	37.0	79%	NC	36947	42.21
	7.2	26	38.22	38.22	18	3	87.6	1.0	39.9	82%	NC	40022	43.24
	7.4	13	19.11	17.06	18	3	89.2	1.0	19.8	57%	NC	20027	34.91
	7.6	12	17.64	16.32	18	3	90.8	1.0	18.2	55%	NC	18488	34.08
	7.8	15	22.05	18.53	18	3	92.4	1.0	22.6	61%	NC	23105	36.27
	8.0	12	17.64	16.32	18	3	94	1.0	18.0	55%	NC	18488	33.97
	8.2	6	8.82	11.91	18	3	95.6	1.0	9.0	39%	NC	9249	28.38
	8.4	7	10.29	12.65	18	3	97.2	1.0	10.4	42%	NC	10790	29.41
	8.6	9	13.23	14.12	18	3	98.8	1.0	13.3	47%	NC	13870	31.30
	8.8	6	8.82	11.91	18	3	100.4	1.0	8.8	38%	NC	9249	28.27
	9.0	5	7.35	11.18	18	3	102	1.0	7.3	35%	NC	7709	27.08
	9.2	6	8.82	11.91	18	3	103.6	1.0	8.7	38%	NC	9249	28.20
	9.4	6	8.82	11.91	18	3	105.2	1.0	8.7	38%	NC	9249	28.17
	9.6	4	5.88	10.44	18	3	106.8	1.0	5.7	31%	NC	6168	25.72
	9.8	6	8.82	11.91	18	3	108.4	1.0	8.6	38%	NC	9249	28.10
	10.0	9	13.23	14.12	18	3	110	1.0	12.8	46%	NC	13870	31.00
	10.2	13	19.11	17.06	18	3	111.6	1.0	18.4	55%	NC	20028	34.18
	10.4	20	29.4	29.40	18	3	113.2	1.0	28.2	69%	NC	30800	38.73
	10.6	22	32.34	32.34	18	3	114.8	1.0	30.8	72%	NC	33876	39.83
	10.8	23	33.81	33.81	18	3	116.4	0.9	32.1	73%	NC	35414	40.32
	11.0	24	35.28	35.28	18	3	118	0.9	33.3	74%	NC	36952	40.80
	11.2	22	32.34	32.34	18	3	119.6	0.9	30.4	71%	NC	33876	39.64
	11.4	20	29.4	29.40	18	3	121.2	0.9	27.5	68%	NC	30800	38.43
	11.6	19	27.93	27.93	18	3	122.8	0.9	26.0	66%	NC	29262	37.78
	11.8	20	29.4	29.40	18	3	124.4	0.9	27.2	67%	NC	30801	38.32
	12.0	22	32.34	32.34	18	3	126	0.9	29.8	70%	NC	33877	39.40
	12.2	13	19.11	17.06	18	3	127.6	0.9	17.5	54%	NC	20029	33.71
	12.4	12	17.64	16.32	18	3	129.2	0.9	16.1	52%	NC	18490	32.93
	12.6	22	32.34	32.34	18	3	130.8	0.9	29.3	70%	NC	33878	39.22
	12.8	26	38.22	38.22	18	3	132.4	0.9	34.5	76%	NC	40030	41.27
	13.0	20	29.4	29.40	18	3	134	0.9	26.4	66%	NC	30802	37.98
	13.2	21	30.87	30.87	18	3	135.6	0.9	27.6	68%	NC	32340	38.49
	13.4	22	32.34	32.34	18	3	137.2	0.9	28.8	69%	NC	33879	38.99
	13.6	12	17.64	16.32	18	3	138.8	0.9	15.6	51%	NC	18490	32.67

Prova Nr	Profondità [m]	N_{20}	N_{SPT}	N'	Y' [kN/m^3]	Livello di Falda [m]	σ'vo [kPa]	Cn	$N_{1(60)}$	Dr [%]	Cons	E' [kPa] (Jamiolkowski)	φ' [°]
DPSH 4	0.2	1	1.47	8.24	18	3	3.6	1.5	2.2	19%	NC	1543	21.58
	0.4	1	1.47	8.24	18	3	7.2	1.4	2.1	19%	NC	1543	21.52
	0.6	8	11.76	13.38	18	3	10.8	1.4	16.7	53%	NC	12326	33.30
	0.8	15	22.05	18.53	18	3	14.4	1.4	30.9	72%	NC	23097	39.84
	1.0	5	7.35	11.18	18	3	18	1.4	10.1	41%	NC	7707	29.22
	1.2	3	4.41	9.71	18	3	21.6	1.4	6.0	32%	NC	4626	25.93
	1.4	2	2.94	8.97	18	3	25.2	1.3	3.9	26%	NC	3084	23.85
	1.6	3	4.41	9.71	18	3	28.8	1.3	5.8	31%	NC	4626	25.75
	1.8	2	2.94	8.97	18	3	32.4	1.3	3.8	25%	NC	3084	23.71
	2.0	2	2.94	8.97	18	3	36	1.3	3.7	25%	NC	3084	23.65
	2.2	1	1.47	8.24	18	3	39.6	1.3	1.8	18%	NC	1543	21.07
	2.4	2	2.94	8.97	18	3	43.2	1.2	3.6	25%	NC	3084	23.52
	2.6	3	4.41	9.71	18	3	46.8	1.2	5.4	30%	NC	4626	25.35
	2.8	3	4.41	9.71	18	3	50.4	1.2	5.3	30%	NC	4626	25.28
	3.0	3	4.41	9.71	18	3	54	1.2	5.2	29%	NC	4626	25.21
	3.2	4	5.88	10.44	18	3	55.6	1.2	6.9	34%	NC	6167	26.75
	3.4	4	5.88	10.44	18	3	57.2	1.2	6.9	34%	NC	6167	26.71
	3.6	2	2.94	8.97	18	3	58.8	1.2	3.4	24%	NC	3085	23.26
	3.8	3	4.41	9.71	18	3	60.4	1.2	5.1	29%	NC	4626	25.08
	4.0	2	2.94	8.97	18	3	62	1.1	3.4	24%	NC	3085	23.21
	4.2	2	2.94	8.97	18	3	63.6	1.1	3.3	24%	NC	3085	23.18
	4.4	5	7.35	11.18	18	3	65.2	1.1	8.3	37%	NC	7708	27.90
	4.6	4	5.88	10.44	18	3	66.8	1.1	6.6	33%	NC	6167	26.50
	4.8	4	5.88	10.44	18	3	68.4	1.1	6.6	33%	NC	6167	26.46
	5.0	5	7.35	11.18	18	3	70	1.1	8.2	37%	NC	7708	27.78
	5.2	7	10.29	12.65	18	3	71.6	1.1	11.4	44%	NC	10789	30.08
	5.4	7	10.29	12.65	18	3	73.2	1.1	11.3	43%	NC	10789	30.03
	5.6	11	16.17	15.59	18	3	74.8	1.1	17.7	54%	NC	16948	33.79
	5.8	18	26.46	26.46	18	3	76.4	1.1	28.7	69%	NC	27719	38.97
	6.0	14	20.58	17.79	18	3	78	1.1	22.2	61%	NC	21565	36.08
	6.2	13	19.11	17.06	18	3	79.6	1.1	20.5	58%	NC	20026	35.25
	6.4	24	35.28	35.28	18	3	81.2	1.1	37.6	79%	NC	36946	42.44
	6.6	35	51.45	51.45	18	3	82.8	1.1	54.6	95%	NC	53851	48.04
	6.8	21	30.87	30.87	18	3	84.4	1.1	32.6	74%	NC	32334	40.52
	7.0	12	17.64	16.32	18	3	86	1.0	18.5	56%	NC	18488	34.24
	7.2	10	14.7	14.85	18	3	87.6	1.0	15.3	51%	NC	15409	32.51
	7.4	15	22.05	18.53	18	3	89.2	1.0	22.9	62%	NC	23105	36.39
	7.6	8	11.76	13.38	18	3	90.8	1.0	12.1	45%	NC	12329	30.58
	7.8	9	13.23	14.12	18	3	92.4	1.0	13.6	48%	NC	13869	31.48
	8.0	14	20.58	17.79	18	3	94	1.0	21.0	59%	NC	21566	35.49
	8.2	12	17.64	16.32	18	3	95.6	1.0	17.9	55%	NC	18488	33.92
	8.4	16	23.52	23.52	18	3	97.2	1.0	23.7	63%	NC	24644	36.79
	8.6	40	58.8	58.80	18	3	98.8	1.0	59.0	99%	NC	61536	49.36
	8.8	7	10.29	12.65	18	3	100.4	1.0	10.3	41%	NC	10790	29.34
	9.0	3	4.41	9.71	18	3	102	1.0	4.4	27%	NC	4626	24.36
	9.2	2	2.94	8.97	18	3	103.6	1.0	2.9	22%	NC	3085	22.62
	9.4	3	4.41	9.71	18	3	105.2	1.0	4.3	27%	NC	4626	24.31
	9.6	7	10.29	12.65	18	3	106.8	1.0	10.1	41%	NC	10790	29.19
	9.8	5	7.35	11.18	18	3	108.4	1.0	7.1	35%	NC	7709	26.96
	10.0	4	5.88	10.44	18	3	110	1.0	5.7	31%	NC	6168	25.67
	10.2	3	4.41	9.71	18	3	111.6	1.0	4.2	27%	NC	4626	24.22
	10.4	7	10.29	12.65	18	3	113.2	1.0	9.9	41%	NC	10790	29.04
	10.6	7	10.29	12.65	18	3	114.8	1.0	9.8	40%	NC	10790	29.00
	10.8	10	14.7	14.85	18	3	116.4	0.9	13.9	48%	NC	15410	31.70
	11.0	10	14.7	14.85	18	3	118	0.9	13.9	48%	NC	15410	31.65
	11.2	9	13.23	14.12	18	3	119.6	0.9	12.4	45%	NC	13870	30.76
	11.4	16	23.52	23.52	18	3	121.2	0.9	22.0	61%	NC	24646	35.96
	11.6	17	24.99	24.99	18	3	122.8	0.9	23.2	62%	NC	26185	36.55
	11.8	16	23.52	23.52	18	3	124.4	0.9	21.8	60%	NC	24646	35.86
	12.0	16	23.52	23.52	18	3	126	0.9	21.6	60%	NC	24647	35.81
	12.2	19	27.93	27.93	18	3	127.6	0.9	25.6	65%	NC	29263	37.62
	12.4	22	32.34	32.34	18	3	129.2	0.9	29.5	70%	NC	33878	39.28
	12.6	25	36.75	36.75	18	3	130.8	0.9	33.3	75%	NC	38492	40.82
	12.8	26	38.22	38.22	18	3	132.4	0.9	34.5	76%	NC	40030	41.27
	13.0	25	36.75	36.75	18	3	134	0.9	33.0	74%	NC	38492	40.69
	13.2	24	35.28	35.28	18	3	135.6	0.9	31.5	73%	NC	36954	40.11
	13.4	23	33.81	33.81	18	3	137.2	0.9	30.1	71%	NC	35417	39.53
	13.6	21	30.87	30.87	18	3	138.8	0.9	27.3	67%	NC	32341	38.38
	13.8	24	35.28	35.28	18	3	140.4	0.9	31.1	72%	NC	36955	39.94
	14.0	26	38.22	38.22	18	3	142	0.9	33.5	75%	NC	40031	40.89
	14.2	15	22.05	18.53	18	3	143.6	0.9	19.3	57%	NC	23109	34.62
	14.4	28	41.16	41.16	18	3	145.2	0.9	35.8	77%	NC	43107	41.75

Prova Nr	Profondità [m]	N_{20}	N_{SPT}	N'	Y' [kN/m^3]	Livello di Falda [m]	σ'vo [kPa]	Cn	$N_{1(60)}$	Dr [%]	Cons	E' [kPa] (Jamiolkowski)	φ' [°]
DPSH 5	0.2	1	1.47	8.24	18	3	3.6	1.5	2.2	19%	NC	1543	21.58
	0.4	2	2.94	8.97	18	3	7.2	1.4	4.3	27%	NC	3084	24.23
	0.6	2	2.94	8.97	18	3	10.8	1.4	4.2	26%	NC	3084	24.15
	0.8	13	19.11	17.06	18	3	14.4	1.4	26.7	67%	NC	20021	38.13
	1.0	15	22.05	18.53	18	3	18	1.4	30.3	71%	NC	23098	39.63
	1.2	3	4.41	9.71	18	3	21.6	1.4	6.0	32%	NC	4626	25.93
	1.4	4	5.88	10.44	18	3	25.2	1.3	7.8	36%	NC	6167	27.52
	1.6	5	7.35	11.18	18	3	28.8	1.3	9.6	40%	NC	7707	28.88
	1.8	4	5.88	10.44	18	3	32.4	1.3	7.6	36%	NC	6167	27.32
	2.0	3	4.41	9.71	18	3	36	1.3	5.6	31%	NC	4626	25.59
	2.2	3	4.41	9.71	18	3	39.6	1.3	5.5	30%	NC	4626	25.51
	2.4	3	4.41	9.71	18	3	43.2	1.2	5.4	30%	NC	4626	25.43
	2.6	3	4.41	9.71	18	3	46.8	1.2	5.4	30%	NC	4626	25.35
	2.8	2	2.94	8.97	18	3	50.4	1.2	3.5	24%	NC	3085	23.39
	3.0	3	4.41	9.71	18	3	54	1.2	5.2	29%	NC	4626	25.21
	3.2	3	4.41	9.71	18	3	55.6	1.2	5.2	29%	NC	4626	25.17
	3.4	4	5.88	10.44	18	3	57.2	1.2	6.9	34%	NC	6167	26.71
	3.6	3	4.41	9.71	18	3	58.8	1.2	5.1	29%	NC	4626	25.11
	3.8	4	5.88	10.44	18	3	60.4	1.2	6.8	34%	NC	6167	26.64
	4.0	3	4.41	9.71	18	3	62	1.1	5.0	29%	NC	4626	25.05
	4.2	3	4.41	9.71	18	3	63.6	1.1	5.0	29%	NC	4626	25.02
	4.4	3	4.41	9.71	18	3	65.2	1.1	5.0	29%	NC	4626	24.99
	4.6	3	4.41	9.71	18	3	66.8	1.1	5.0	29%	NC	4626	24.96
	4.8	2	2.94	8.97	18	3	68.4	1.1	3.3	23%	NC	3085	23.11
	5.0	3	4.41	9.71	18	3	70	1.1	4.9	29%	NC	4626	24.90
	5.2	3	4.41	9.71	18	3	71.6	1.1	4.9	28%	NC	4626	24.87
	5.4	3	4.41	9.71	18	3	73.2	1.1	4.8	28%	NC	4626	24.84
	5.6	2	2.94	8.97	18	3	74.8	1.1	3.2	23%	NC	3085	23.01
	5.8	4	5.88	10.44	18	3	76.4	1.1	6.4	33%	NC	6167	26.30
	6.0	3	4.41	9.71	18	3	78	1.1	4.8	28%	NC	4626	24.76
	6.2	5	7.35	11.18	18	3	79.6	1.1	7.9	36%	NC	7708	27.56
	6.4	6	8.82	11.91	18	3	81.2	1.1	9.4	40%	NC	9249	28.72
	6.6	6	8.82	11.91	18	3	82.8	1.1	9.4	39%	NC	9249	28.68
	6.8	8	11.76	13.38	18	3	84.4	1.1	12.4	45%	NC	12329	30.75
	7.0	10	14.7	14.85	18	3	86	1.0	15.4	51%	NC	15409	32.56
	7.2	13	19.11	17.06	18	3	87.6	1.0	19.9	58%	NC	20027	34.97
	7.4	12	17.64	16.32	18	3	89.2	1.0	18.3	55%	NC	18488	34.13
	7.6	15	22.05	18.53	18	3	90.8	1.0	22.7	62%	NC	23105	36.33
	7.8	13	19.11	17.06	18	3	92.4	1.0	19.6	57%	NC	20027	34.80
	8.0	15	22.05	18.53	18	3	94	1.0	22.5	61%	NC	23105	36.21
	8.2	10	14.7	14.85	18	3	95.6	1.0	14.9	50%	NC	15409	32.27
	8.4	19	27.93	27.93	18	3	97.2	1.0	28.2	69%	NC	29259	38.75
	8.6	9	13.23	14.12	18	3	98.8	1.0	13.3	47%	NC	13870	31.30
	8.8	10	14.7	14.85	18	3	100.4	1.0	14.7	49%	NC	15410	32.14
	9.0	13	19.11	17.06	18	3	102	1.0	19.0	56%	NC	20028	34.49
	9.2	15	22.05	18.53	18	3	103.6	1.0	21.8	60%	NC	23106	35.88
	9.4	20	29.4	29.40	18	3	105.2	1.0	28.9	69%	NC	30799	39.04
	9.6	9	13.23	14.12	18	3	106.8	1.0	12.9	46%	NC	13870	31.09
	9.8	5	7.35	11.18	18	3	108.4	1.0	7.1	35%	NC	7709	26.96
	10.0	7	10.29	12.65	18	3	110	1.0	10.0	41%	NC	10790	29.11
	10.2	6	8.82	11.91	18	3	111.6	1.0	8.5	38%	NC	9249	28.03
	10.4	5	7.35	11.18	18	3	113.2	1.0	7.0	34%	NC	7709	26.87
	10.6	6	8.82	11.91	18	3	114.8	1.0	8.4	37%	NC	9249	27.97
	10.8	5	7.35	11.18	18	3	116.4	0.9	7.0	34%	NC	7709	26.81
	11.0	6	8.82	11.91	18	3	118	0.9	8.3	37%	NC	9250	27.90
	11.2	13	19.11	17.06	18	3	119.6	0.9	17.9	55%	NC	20029	33.94
	11.4	12	17.64	16.32	18	3	121.2	0.9	16.5	52%	NC	18490	33.15
	11.6	20	29.4	29.40	18	3	122.8	0.9	27.3	67%	NC	30801	38.38
	11.8	21	30.87	30.87	18	3	124.4	0.9	28.5	69%	NC	32339	38.89
	12.0	24	35.28	35.28	18	3	126	0.9	32.5	74%	NC	36953	40.48
	12.2	26	38.22	38.22	18	3	127.6	0.9	35.0	76%	NC	40029	41.46
	12.4	29	42.63	42.63	18	3	129.2	0.9	38.8	80%	NC	44641	42.87
	12.6	28	41.16	41.16	18	3	130.8	0.9	37.3	79%	NC	43104	42.32
	12.8	28	41.16	41.16	18	3	132.4	0.9	37.1	79%	NC	43105	42.26
	13.0	26	38.22	38.22	18	3	134	0.9	34.3	76%	NC	40030	41.20
	13.2	27	39.69	39.69	18	3	135.6	0.9	35.5	77%	NC	41568	41.64
	13.4	24	35.28	35.28	18	3	137.2	0.9	31.4	72%	NC	36955	40.06
	13.6	25	36.75	36.75	18	3	138.8	0.9	32.5	74%	NC	38493	40.51
	13.8	24	35.28	35.28	18	3	140.4	0.9	31.1	72%	NC	36955	39.94

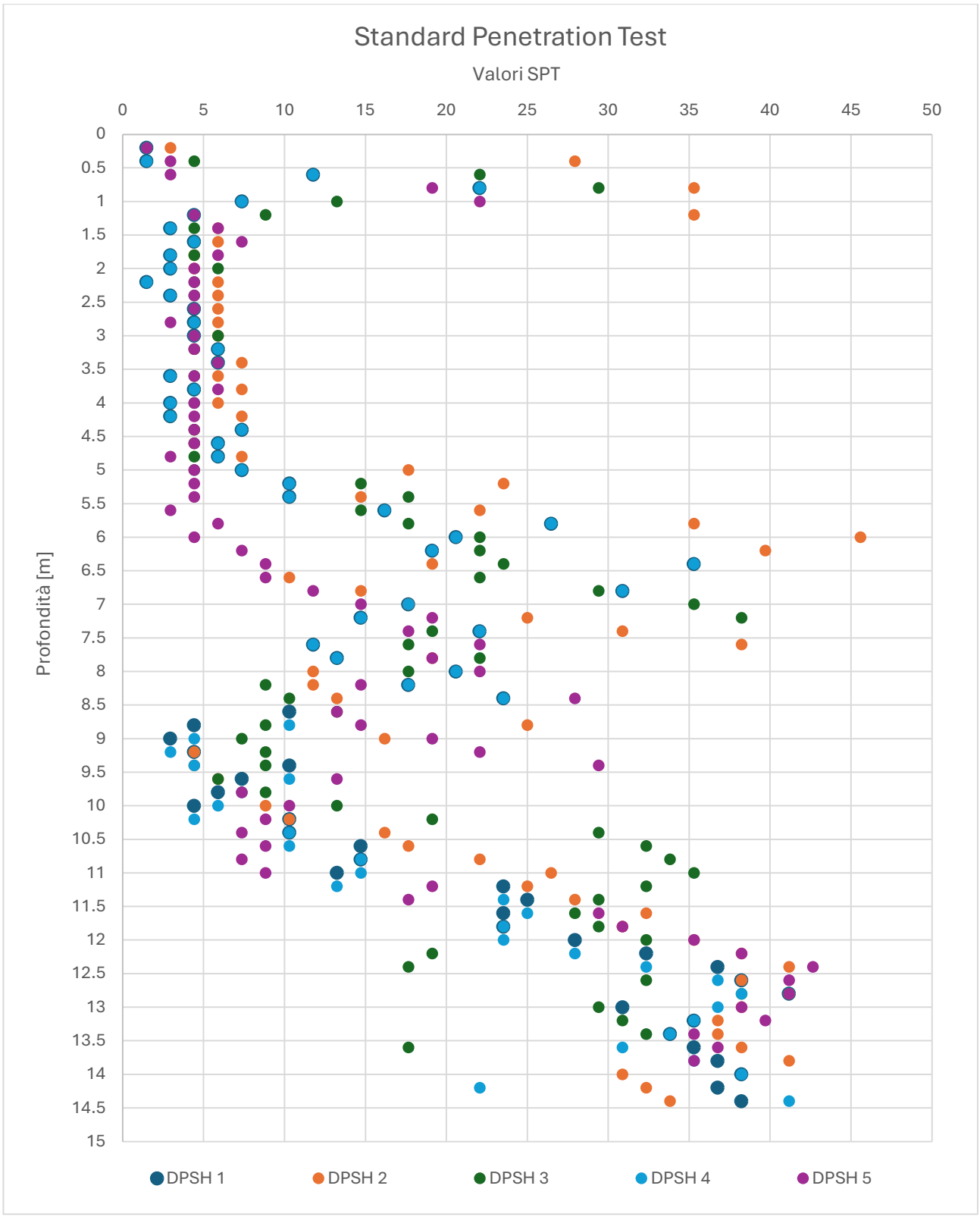


Figura 3: Grafico di Nspt

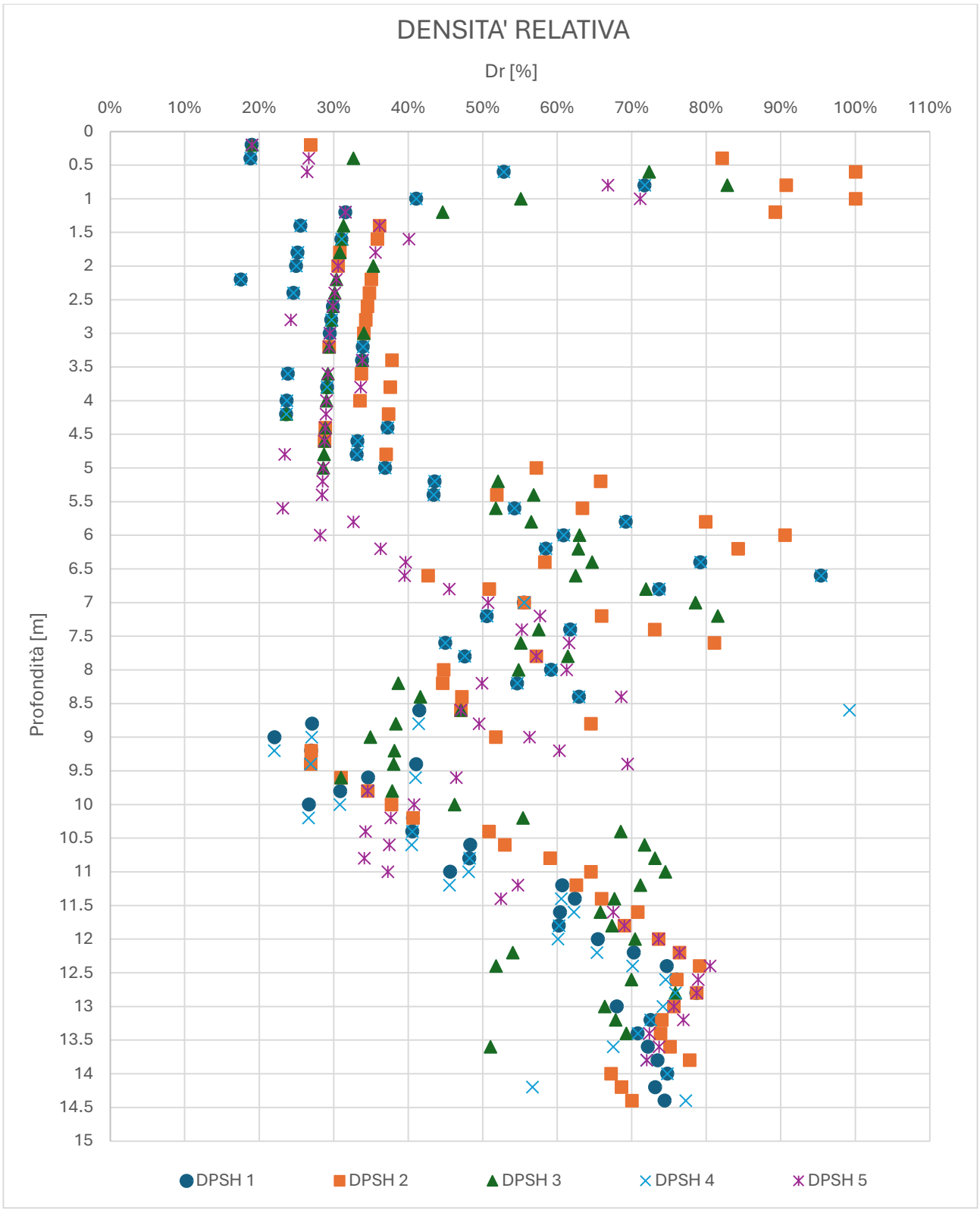


Figura 4: Grafico della densità relativa

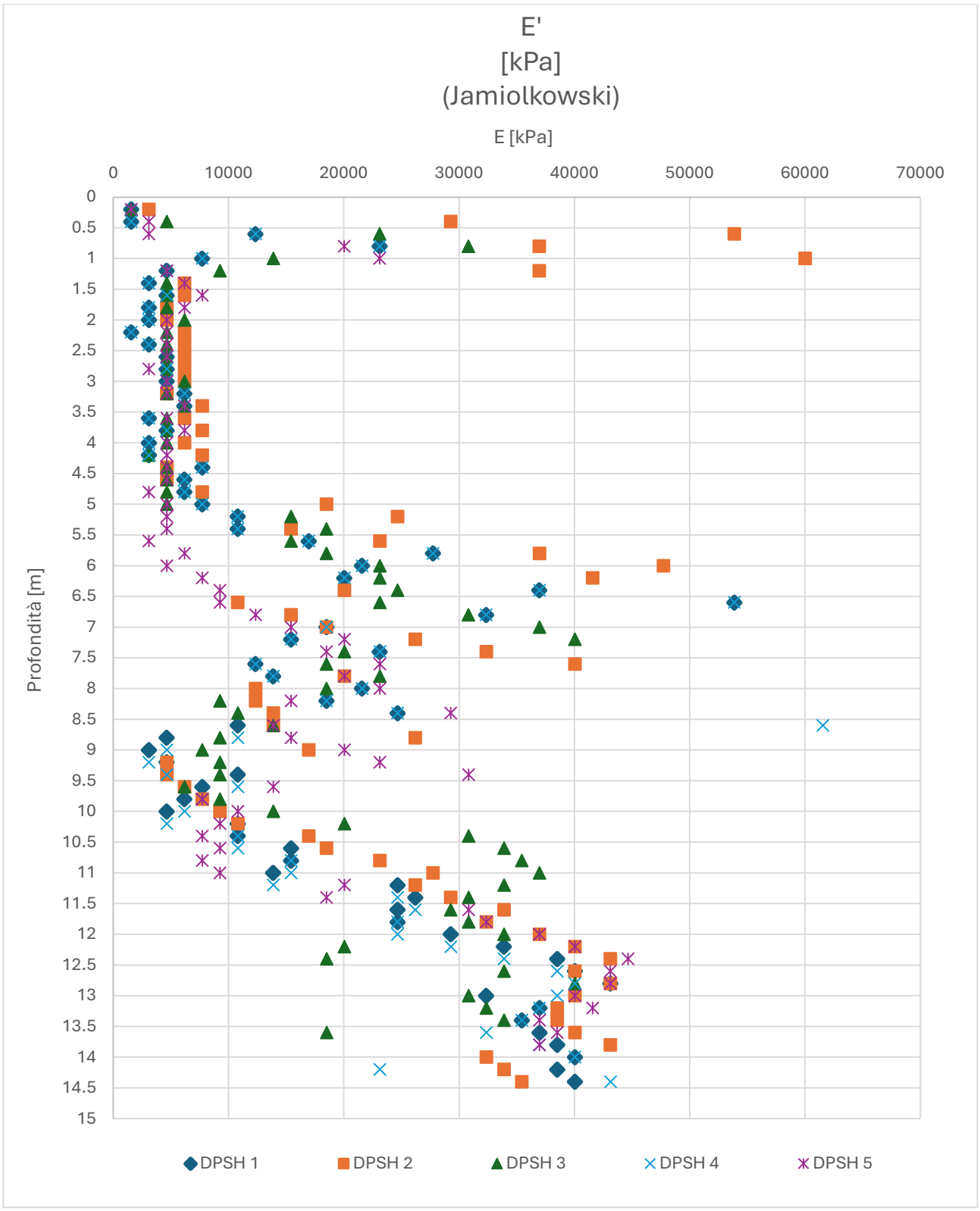


Figura 5: Grafico del modulo elastico

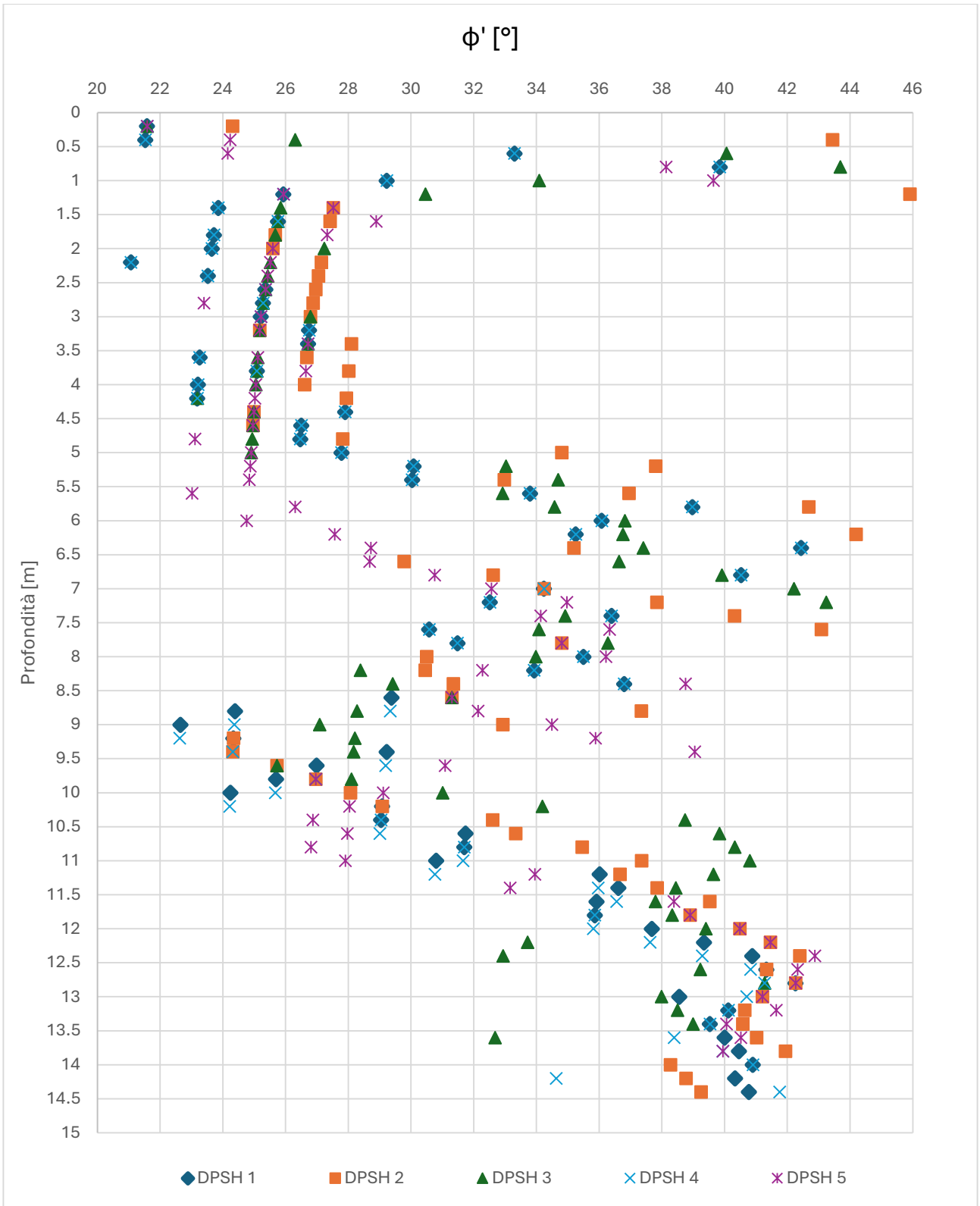


Figura 6: Grafico dell'angolo d'attrito

3.3 STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

A seguito dell'indagine effettuata si riporta di seguito la stratigrafia di riferimento.

Strato	Profondità [m]	Litologia
1	0,0 – 5,5	Limo argilloso
2	5,5 – 8,5	Ghiaia sabbiosa
3	8,5 – 11,0	Limo argilloso debolmente sabbioso
4	>11,0	Ghiaia sabbiosa

La falda è riscontrata a – 3 mt dal piano campagna.

4 PERMEABILITY TEST

Le prove di permeabilità a carico variabile in pozzetto sono adatte soprattutto per terreni granulari e vengono eseguite in pozzetti a base circolare. Le prove a carico variabile si eseguono misurando la velocità di abbassamento in funzione del tempo. Le prove si ritengono eseguite in modo corretto quando si presentano le seguenti condizioni:

a) Il terreno deve essere saturato preventivamente in modo da stabilire un regime di flusso permanente;

b) Il diametro (o lato di base) del pozzetto deve essere almeno 10-15 volte il diametro massimo dei granuli del terreno;

c) Il terreno sia omogeneo, isotropo e con coefficiente di permeabilità k > 10-6 m/s.

Il coefficiente di permeabilità k viene calcolato con la seguente equazione:

$$k = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m}$$

dove:

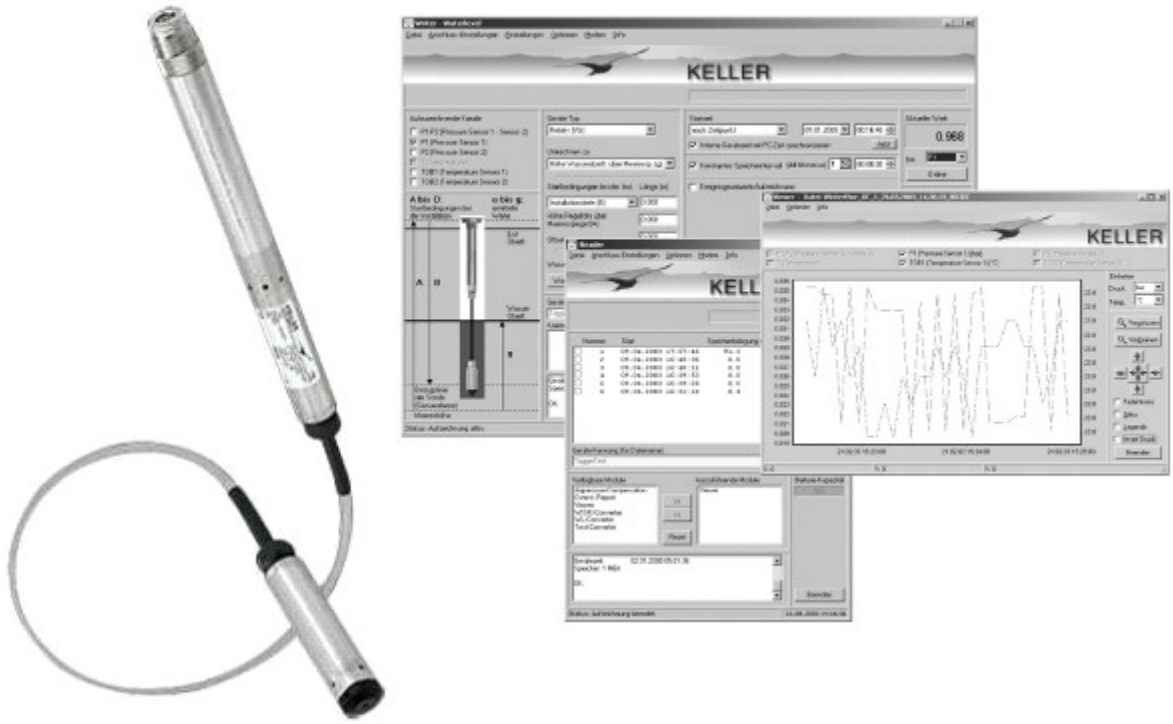
h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto (hm > d/4);
t2 – t1 = intervallo di tempo;
h2 – h1 = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo t2 – t1;
d = diametro del pozzetto.

Le prove in pozzetto sono adatte soprattutto per terreni granulari e vengono eseguite in pozzetti a base circolare o a base quadrata. Si suddividono in prova a carico costante e a carico variabile.

4.1 ATTREZZATURA IMPIEGATA

Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagine è composto da un DATALOGGER automatico di livello e temperatura dell'acqua.

Keller DCX-22 Level Logger



PAA: Absolute. Zero at vacuum PR: Vented Gauge. Zero at atmospheric pressure **(other ranges on request)**

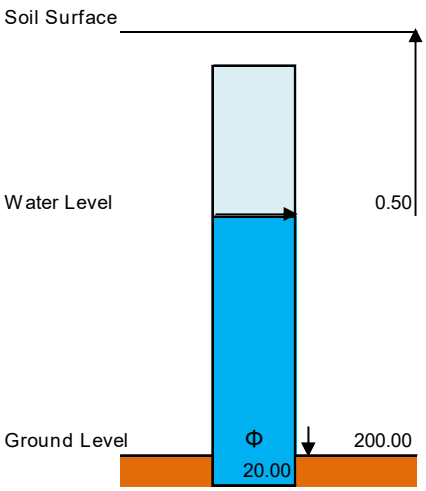
Supply	Lithium-Battery 3,6 V (Type AA)		Temperature Compensation	-10…40 °C (others on request)
Battery Life *	10 years @ 1 measurement/hour		Temperature Measurement	Accuracy typ. ±0,5 °C
Output	RS 485 digital		Shortest Measuring Range	1x per second
Electrical Connection	Fischer DEE 103A054		Memory	57'000 measuring values @ storage interval ≤ 15 s, otherwise 28'000 measuring values (always with attributed time)
Pressure Sensor Specifications				
Linearity	typ. 0,02 %FS		Material	Stainless steel 316L (DIN 1.4435) O-Ring: Viton®
Comp. Temperature Range	-10…40 °C			
Error Band **	typ. 0,05 %FS ***	max. 0,1 %FS	Weight: Probe	≈ 355 g (without cable)
Resolution	max. 0,0025 %FS		Tolerance System Length	± 2 cm
Long Term Stability	typ. 0,5 mbar		Options	Other pressure connections

* exterior influences could reduce battery life ** Linearity + Temperature Error *** optional max. 0,05 %FS

Figura 7 - attrezzatura utilizzata

4.2 ELABORAZIONE DATI

Hole N. 1 **Test N.** 1 from m 0.00 to m 2.00



Data

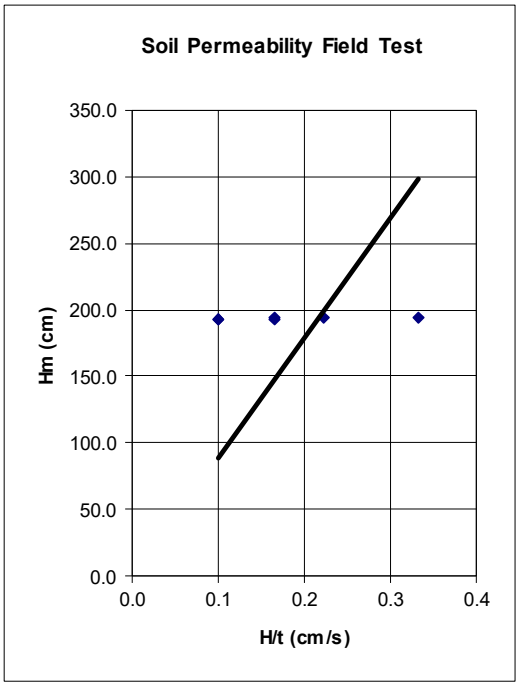
Soil Surface	0.00 cm
Water Level	0.50 cm
Ground Level	200.00 cm
Diam. Hole	20.00 cm

Data Logging

h (cm)	t (sec)
5.40	30
5.50	60
5.60	120
6.00	300
6.50	600
6.80	900
7.10	1200

h (cm)	t (sec)

H	t	Δ H	Δ t	Δ H / Δ t	Hm
cm	sec	cm	sec	cm/sec*10^{-2}	cm
199.5	0				
194.1	30	5.4	30	18.0000	196.8
194.0	60	0.1	30	0.3333	194.1
193.9	120	0.1	60	0.1667	194.0
193.5	300	0.4	180	0.2222	193.7
193.0	600	0.5	300	0.1667	193.3
192.7	900	0.3	300	0.1000	192.9
192.4	1200	0.3	300	0.1000	192.6



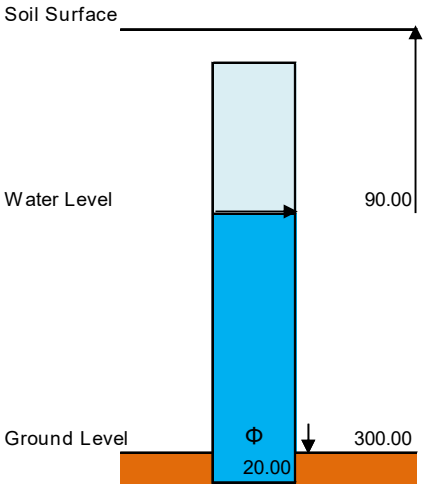
Soil Type: **Silt/Clay**

Formula

$$K = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m} =$$

K = 4.70E-06

Hole N. 1 **Test N.** 2 from m 0.00 to m 3.00



Data

Soil Surface	0.00 cm
Water Level	90.00 cm
Ground Level	300.00 cm
Diam. Hole	20.00 cm

Data Logging

h (cm)	t (sec)
5.45	30
5.50	60
5.60	120
5.80	300
6.30	600
6.70	900
6.90	1200

h (cm)	t (sec)

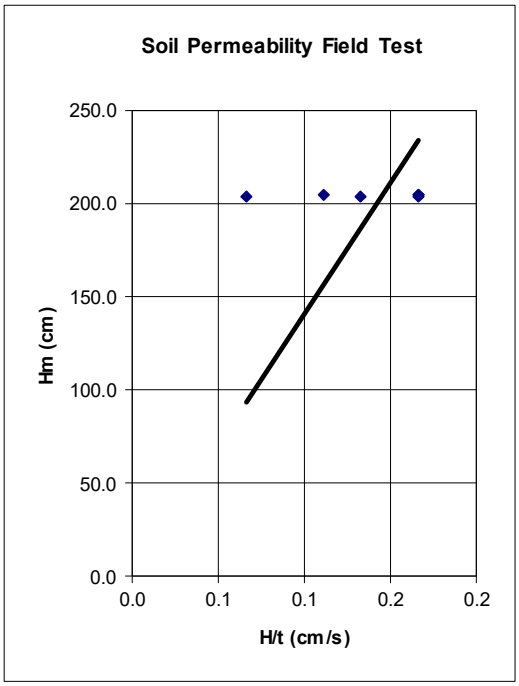
H	t	Δ H	Δ t	Δ H / Δ t	Hm
cm	sec	cm	sec	cm/sec*10^{-2}	cm
210.0	0				
204.6	30	5.4	30	18.1667	207.3
204.5	60	0.05	30	0.1667	204.5
204.4	120	0.1	60	0.1667	204.5
204.2	300	0.2	180	0.1111	204.3
203.7	600	0.5	300	0.1667	204.0
203.3	900	0.4	300	0.1333	203.5
203.1	1200	0.2	300	0.0667	203.2

Soil Type: **Silt/Clay**

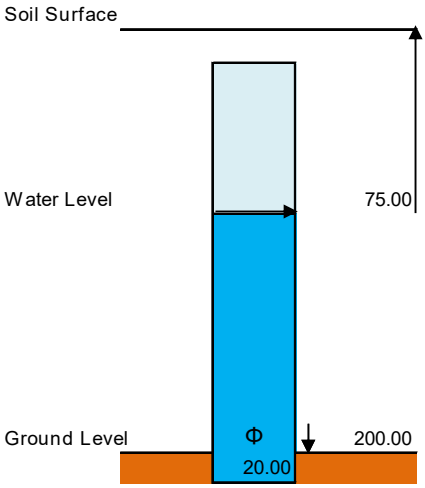
Formula

$$K = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m} =$$

K = 3.80E-06



Hole N. 2 **Test N.** 1 from m 0.00 to m 2.00



Data

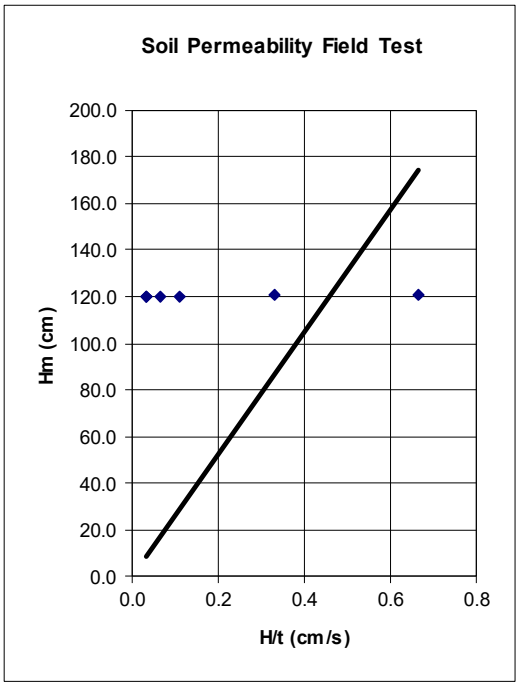
Soil Surface	0.00 cm
Water Level	75.00 cm
Ground Level	200.00 cm
Diam. Hole	20.00 cm

Data Logging

h (cm)	t (sec)
4.30	30
4.50	60
4.70	120
4.90	300
5.00	600
5.10	900
5.30	1200

h (cm)	t (sec)

H	t	Δ H	Δ t	Δ H / Δ t	Hm
cm	sec	cm	sec	cm/sec*10^{-2}	cm
125.0	0				
120.7	30	4.3	30	14.3333	122.9
120.5	60	0.2	30	0.6667	120.6
120.3	120	0.2	60	0.3333	120.4
120.1	300	0.2	180	0.1111	120.2
120.0	600	0.1	300	0.0333	120.1
119.9	900	0.1	300	0.0333	120.0
119.7	1200	0.2	300	0.0667	119.8



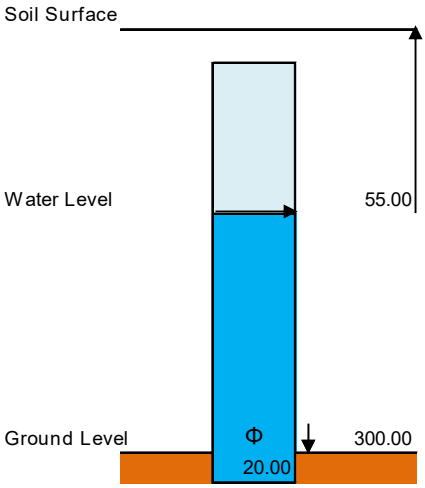
Soil Type: **Silt/Clay**

Formula

$$K = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m} =$$

K = 4.44E-06

Hole N. 2 **Test N.** 2 from m 0.00 to m 3.00



Data

Soil Surface	0.00 cm
Water Level	55.00 cm
Ground Level	300.00 cm
Diam. Hole	20.00 cm

Data Logging

h (cm)	t (sec)
1.13	30
1.15	60
1.18	120
1.25	300
1.30	600
1.40	900
1.50	1200

h (cm)	t (sec)

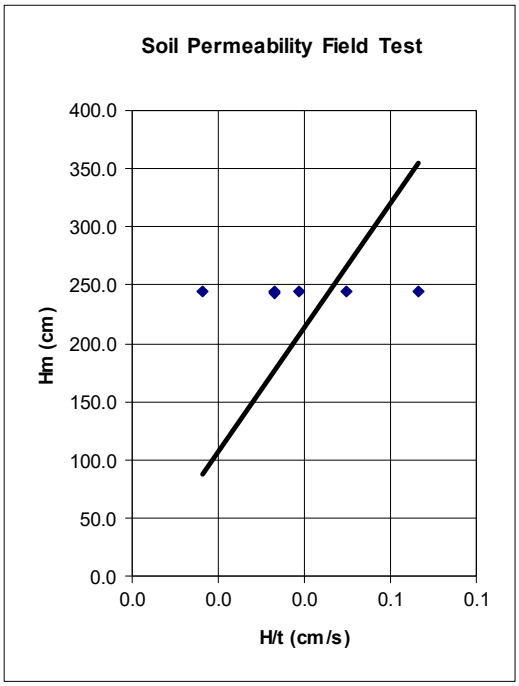
H	t	Δ H	Δ t	Δ H / Δ t	Hm
cm	sec	cm	sec	cm/sec*10^{-2}	cm
245.0	0				
243.9	30	1.1	30	3.7667	244.4
243.9	60	0.02	30	0.0667	243.9
243.8	120	0.03	60	0.0500	243.8
243.8	300	0.07	180	0.0389	243.8
243.7	600	0.05	300	0.0167	243.7
243.6	900	0.1	300	0.0333	243.7
243.5	1200	0.1	300	0.0333	243.6

Soil Type: **Silt/Clay**

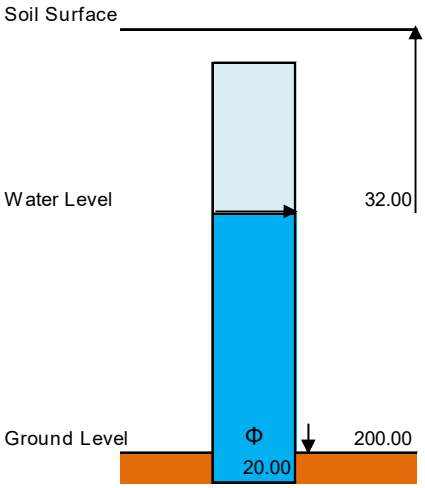
Formula

$$K = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m} =$$

K = 8.11E-07



Hole N. 3 **Test N.** 1 from m 0.00 to m 2.00



Data

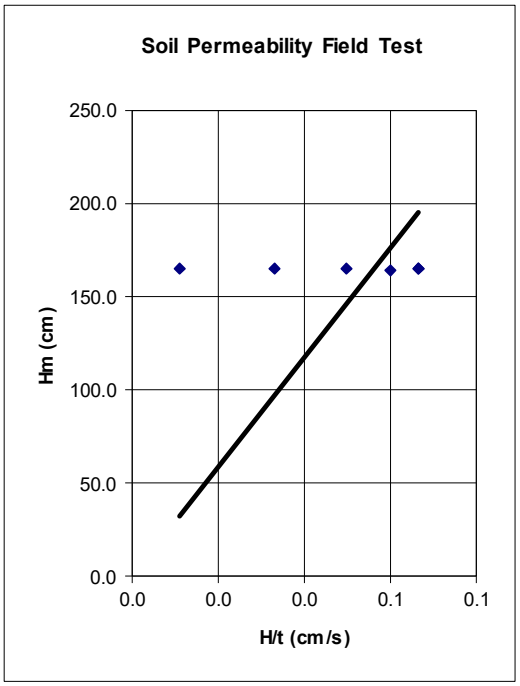
Soil Surface	0.00	cm
Water Level	32.00	cm
Ground Level	200.00	cm
Diam. Hole	20.00	cm

Data Logging

h (cm)	t (sec)
3.20	30
3.22	60
3.24	120
3.26	300
3.41	600
3.61	900
3.79	1200

h (cm)	t (sec)

H	t	Δ H	Δ t	Δ H / Δ t	Hm
cm	sec	cm	sec	cm/sec*10^{-2}	cm
168.0	0				
164.8	30	3.2	30	10.6667	166.4
164.8	60	0.02	30	0.0667	164.8
164.8	120	0.02	60	0.0333	164.8
164.7	300	0.02	180	0.0111	164.8
164.6	600	0.15	300	0.0500	164.7
164.4	900	0.2	300	0.0667	164.5
164.2	1200	0.18	300	0.0600	164.3



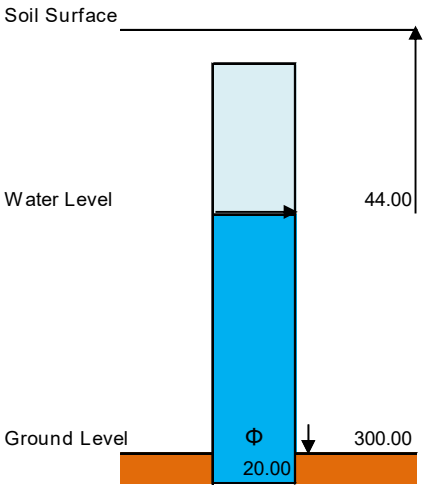
Soil Type: **Silt/Clay**

Formula

$$K = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m} =$$

K = 1.92E-06

Hole N. 3 **Test N.** 2 from m 0.00 to m 300.00



Data

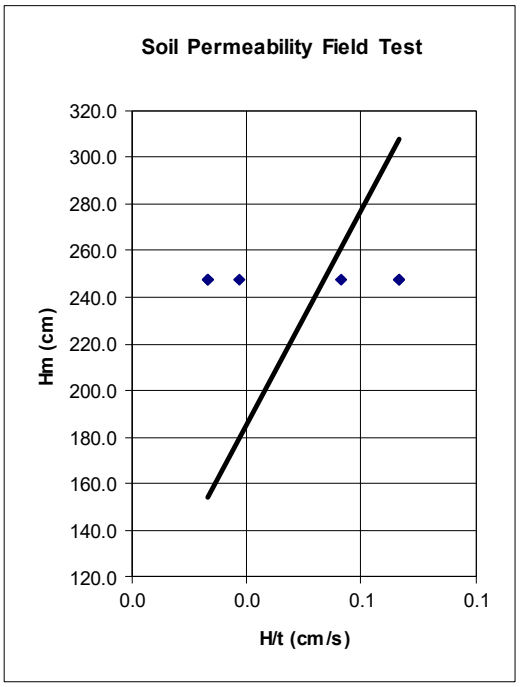
Soil Surface	0.00 cm
Water Level	44.00 cm
Ground Level	300.00 cm
Diam. Hole	20.00 cm

Data Logging

h (cm)	t (sec)
8.32	30
8.34	60
8.36	120
8.43	300
8.53	600
8.73	900
8.90	1200

h (cm)	t (sec)

H	t	Δ H	Δ t	Δ H / Δ t	Hm
cm	sec	cm	sec	cm/sec*10^{-2}	cm
256.0	0				
247.7	30	8.3	30	27.7333	251.8
247.7	60	0.02	30	0.0667	247.7
247.6	120	0.02	60	0.0333	247.7
247.6	300	0.07	180	0.0389	247.6
247.5	600	0.1	300	0.0333	247.5
247.3	900	0.2	300	0.0667	247.4
247.1	1200	0.17	300	0.0567	247.2



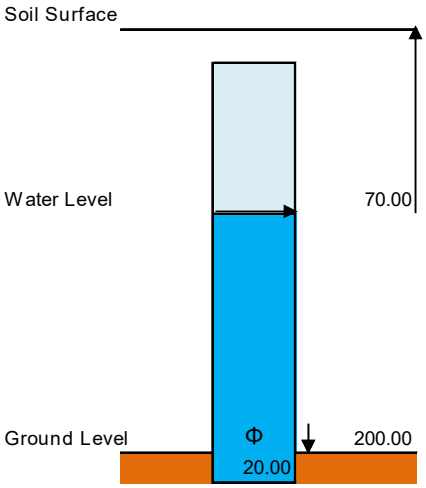
Soil Type: **Silt/Clay**

Formula

$$K = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m} =$$

K = 1.25E-06

Hole N. 4 **Test N.** 1 from m 0.00 to m 2.00



Data

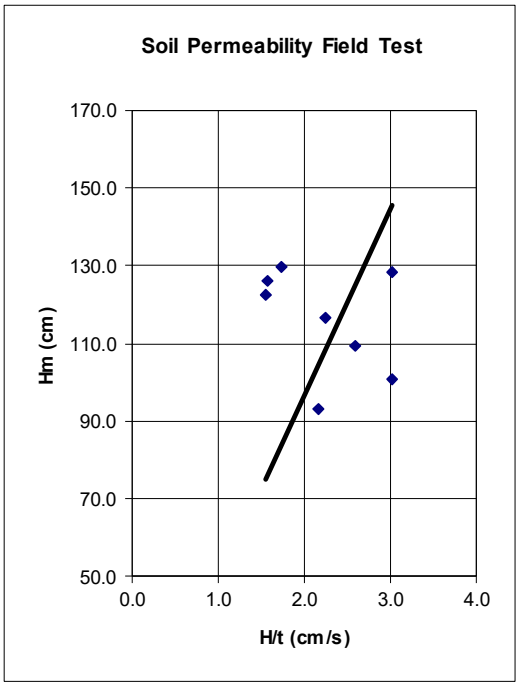
Soil Surface	0.00	cm
Water Level	70.00	cm
Ground Level	200.00	cm
Diam. Hole	20.00	cm

Data Logging

h (cm)	t (sec)
0.26	30
0.78	60
2.60	120
5.46	300
10.14	600
16.90	900
24.70	1200

h (cm)	t (sec)
33.80	1500
40.30	1800

H	t	Δ H	Δ t	Δ H / Δ t	Hm
cm	sec	cm	sec	cm/sec*10^{-2}	cm
130.0	0				
129.7	30	0	30	0.8667	129.9
129.2	60	0.52	30	1.7333	129.5
127.4	120	1.82	60	3.0333	128.3
124.5	300	2.86	180	1.5889	126.0
119.9	600	4.68	300	1.5600	122.2
113.1	900	6.76	300	2.2533	116.5
105.3	1200	7.8	300	2.6000	109.2
96.2	1500	9.1	300	3.0333	100.8
89.7	1800	6.5	300	2.1667	93.0



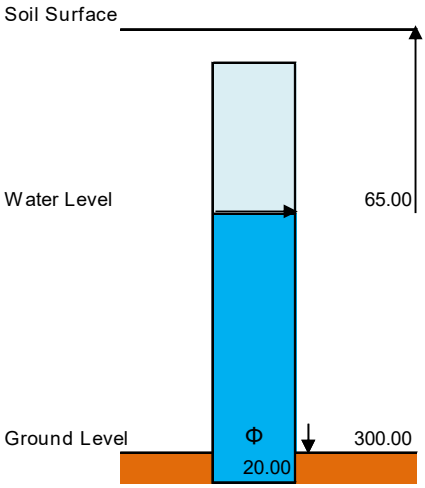
Soil Type: **Landfill/Gravel**

Formula

$$K = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m} =$$

K = 1.29E-04

Hole N. 4 **Test N.** 2 from m 0.00 to m 3.00



Data

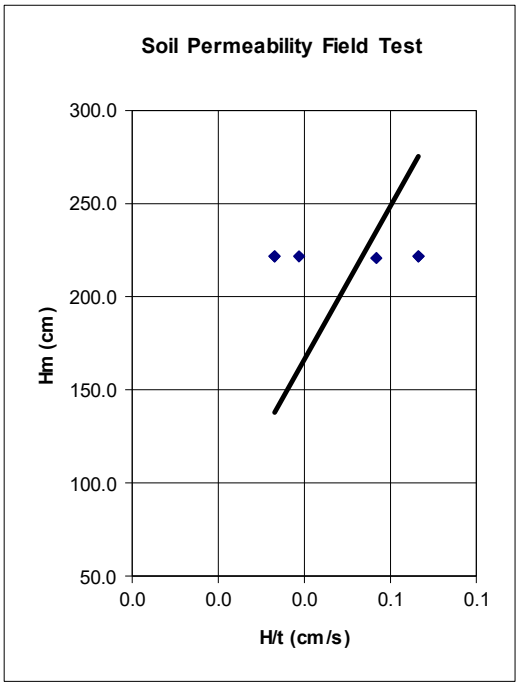
Soil Surface	0.00 cm
Water Level	65.00 cm
Ground Level	300.00 cm
Diam. Hole	20.00 cm

Data Logging

h (cm)	t (sec)
13.44	30
13.46	60
13.48	120
13.55	300
13.65	600
13.85	900
14.02	1200

h (cm)	t (sec)

H	t	Δ H	Δ t	Δ H / Δ t	Hm
cm	sec	cm	sec	cm/sec*10^{-2}	cm
235.0	0				
221.6	30	13	30	44.8000	228.3
221.5	60	0.02	30	0.0667	221.6
221.5	120	0.02	60	0.0333	221.5
221.5	300	0.07	180	0.0389	221.5
221.4	600	0.1	300	0.0333	221.4
221.2	900	0.2	300	0.0667	221.3
221.0	1200	0.17	300	0.0567	221.1



Soil Type: **Silt/Clay**

Formula

$$K = \frac{d(h_2 - h_1)}{32(t_2 - t_1)h_m} =$$

K = 1.40E-06

5 RAPPRESENTAZIONE ED INTERPRETAZIONE DATI SISMICI M.A.S.W.

Al fine di fornire i valori delle Vs, necessarie per la caratterizzazione sismica del sito, è stata realizzata una stesa sismica denominata L1, di lunghezza pari a 60,0 metri con distanza intergeofonica pari a 5,0 metri. L'energizzazione del terreno (sorgente di energia), per la lettura dei tempi di arrivo delle onde Superficiali (Rayleigh), è stata ottenuta impiegando una mazza battente da 10 kg in senso verticale su di una piastra in lega di alluminio aderente al suolo. L'energizzazione è stata effettuata agli estremi dello stendimento ad una distanza di 5,0 metri ed è stata eseguita più volte per garantire l'apprezzabilità dei segnali raccolti dal sistema di acquisizione dati.

Si riporta di seguito il sismogramma frutto della somma di ciascuna acquisizione, filtrato di eventuali disturbi di fondo, scelto per la modellazione (fig. 1):

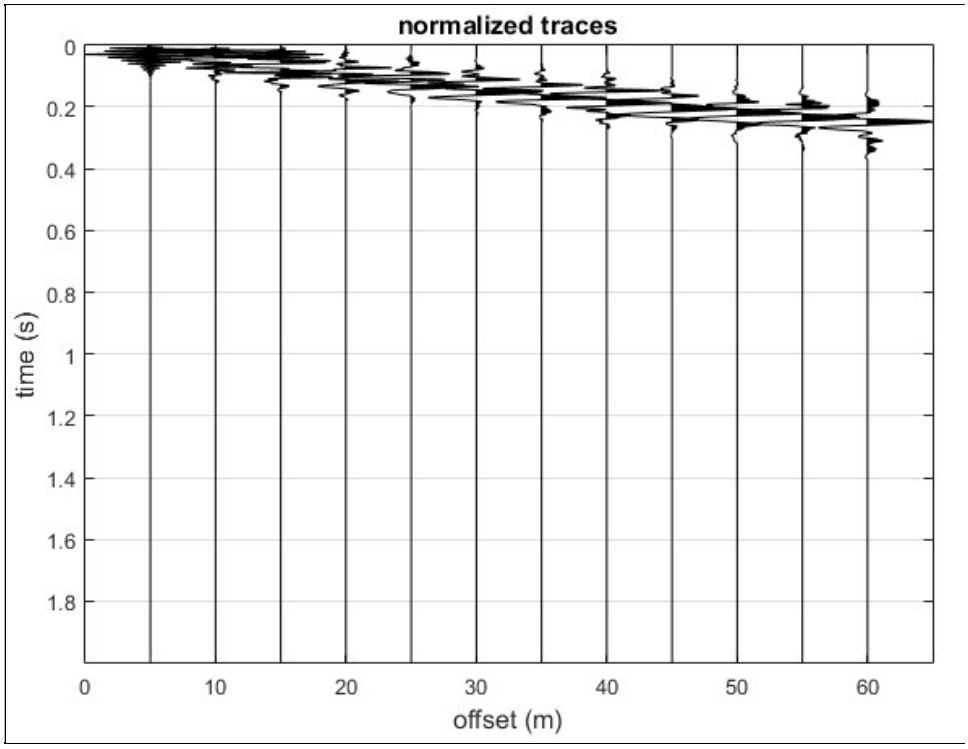


Figura 1: Sismogramma ZVF (onde Rayleigh) base sismica **L1**.

L'elaborazione del sismogramma ha consentito di estrapolare lo spettro di velocità dal quale si è risalito tramite picking alla curva di dispersione (fig. 2) che consente di ottenere sia gli spessori dei vari strati che le rispettive velocità.

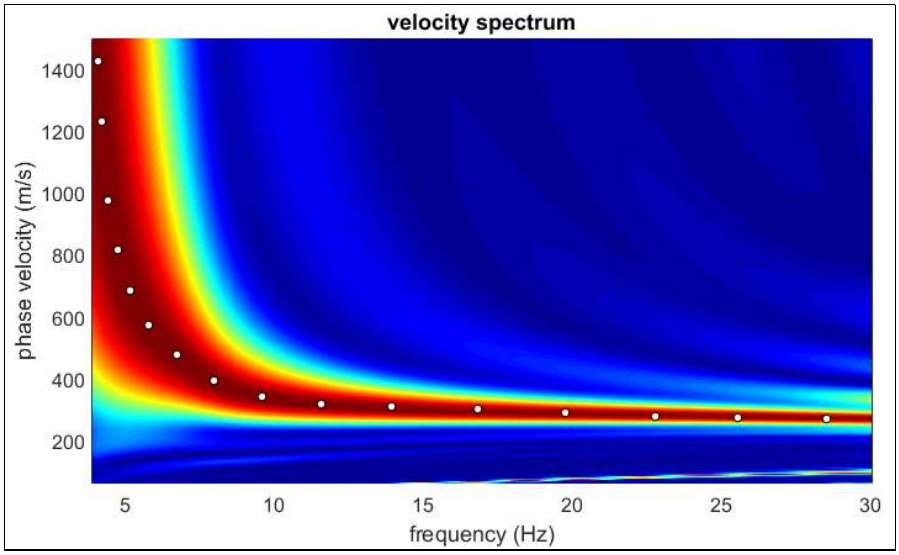


Figura 2: Spettro di velocità base sismica **L1** con picking.

5.1 RICOSTRUZIONE DEL SOTTOSUOLO

Dall'inversione della curva di dispersione si è ottenuta la ricostruzione del sottosuolo in orizzonti aventi differenti spessori e valori di velocità:

L1		
Spessore (m)	**Profondità (m)**	**V_S (m/sec)**
1,1	0,0-1,1	**203**
2,7	1,1-3,8	**252**
2,6	3,8-6,4	**268**
3,1	6,4-9,5	**245**
2,8	9,5-12,3	**306**
4,5	12,3-16,8	**355**
4,6	16,8-21,1	**388**
5,6	21,1-26,7	**412**
3,3	26,7-30,0	**405**

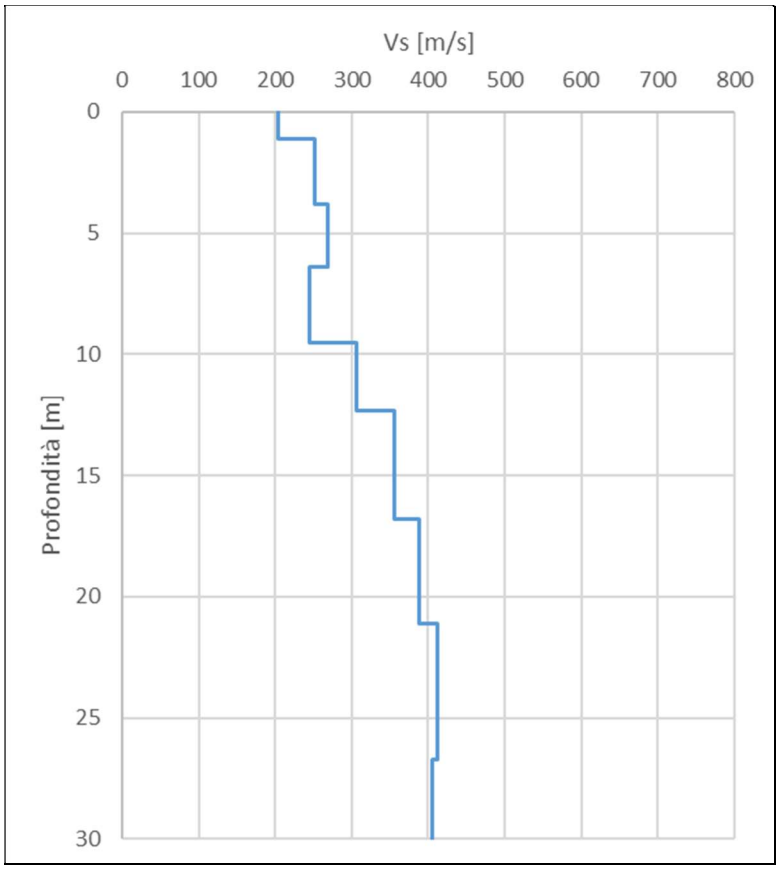


Figura 3: Diagramma delle velocità V_s riferite ai vari strati intercettati nella base sismica **L1**.

5.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per quanto riguarda la determinazione della categoria di sottosuolo il D.M. 17.01.2018 prevede una classificazione in cinque categorie principali riportate nella tabella 3.2.II (fig. 4) definite in base ai valori della velocità equivalente VS,eq corrispondente alla velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio a partire dal piano di fondazione (per fondazioni superficiali e per muri di sostegno di terrapieni), dalla testa dei pali o dalla testa dell'opera (per opere di sostegno di terreni naturali), fino alla profondità del substrato sismico, definito come quella formazione caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità di tale substrato superiore a 30m la velocità equivalente VS,eq è definita dal parametro VS,30, considerando le proprietà degli strati di terreno fino alla profondità di 30m.

L'espressione per la determinazione della velocità equivalente VS,eq è la seguente:

$$V_{s,eq} \frac{H}{\sum \frac{hi}{Vi}}$$

hi = Spessore in metri dello strato i-esimo
Vi = Velocità dell'onda di taglio i-esima
N = Numero di strati
H = Profondità del substrato sismico con Vs>800m/s

Per il sito in esame la categoria di sottosuolo è stata determinata tramite i dati ottenuti dallo stendimento sismico con metodologia M.A.S.W.+H.V.S.R. eseguito in corrispondenza dell'area di indagine.

Dall'elaborazione di tali dati il terreno presenta per la linea eseguita, valori delle **$V_{s,eq}$** corrispondenti alle **$V_{s,30}$** (il substrato sismico non è stato individuato nei primi 30m di profondità) pari a **322,11 m/s**, riferiti all'attuale piano campagna; il terreno è pertanto classificabile in **categoria C** "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*, con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

6 RAPPRESENTAZIONE ED INTERPRETAZIONE DATI SISMICI H.V.S.R.

Al fine di fornire i valori di frequenza caratteristica del sito sono state eseguite due acquisizioni puntuali (TR1, TR2) in passivo del microtremore sismico ambientale mediante geofono triassiale 3D e per una durata di 20 minuti ciascuna. Si riportano di seguito i relativi diagrammi H/V elaborati dalle misurazioni effettuate sull'area (fig. 5, fig. 6, fig. 7, fig. 8, fig. 9, fig.10).

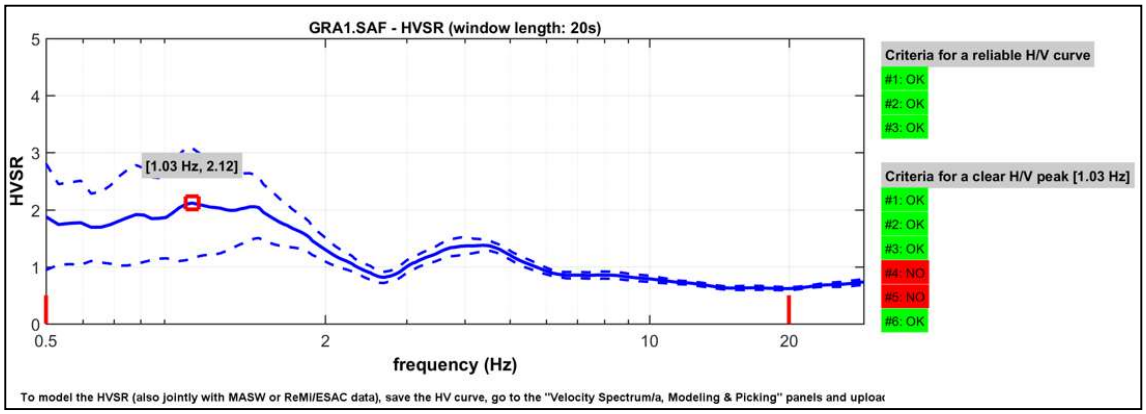


Figura 5: Rapporti spettrali H/V vs Hz rilevazione sismica passiva **TR1**.

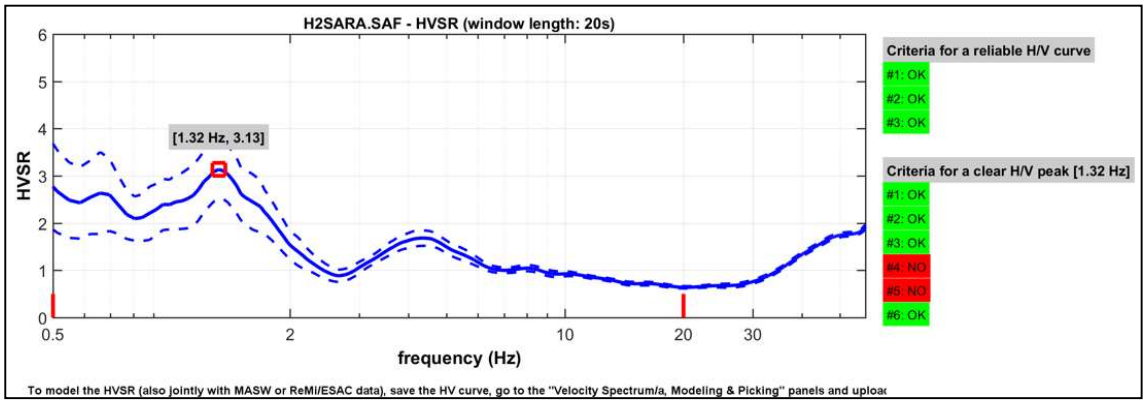


Figura 6: Rapporti spettrali H/V vs Hz rilevazione sismica passiva **TR2**.

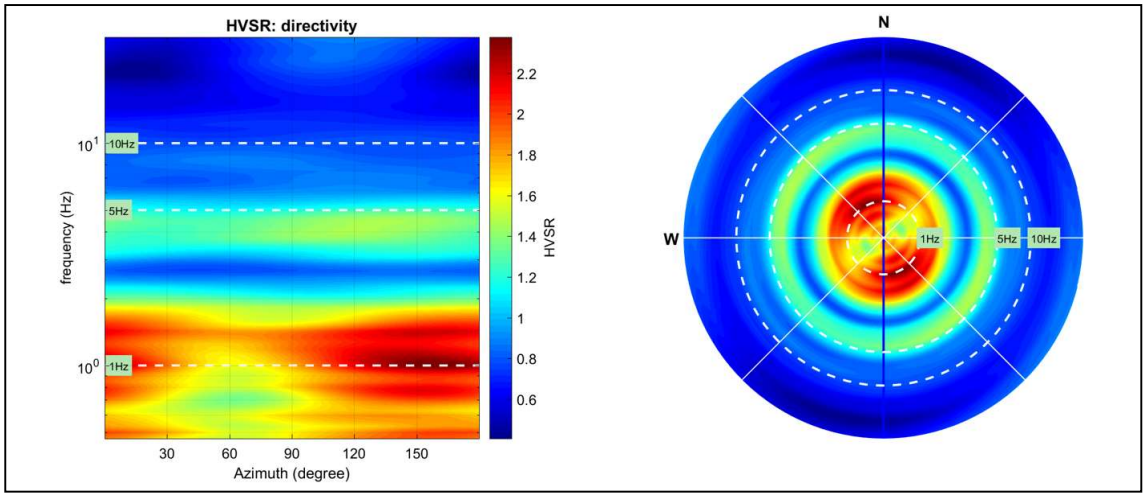


Figura 7: Direzionalità H/V rilevazione sismica passiva **TR1**.

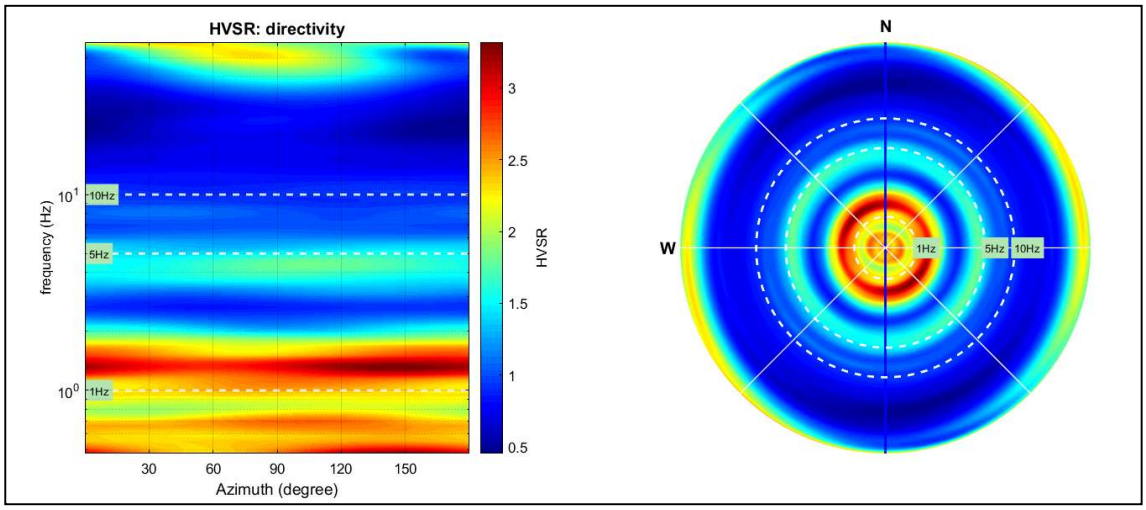


Figura 8: Direzionalità H/V rilevazione sismica passiva **TR2**.

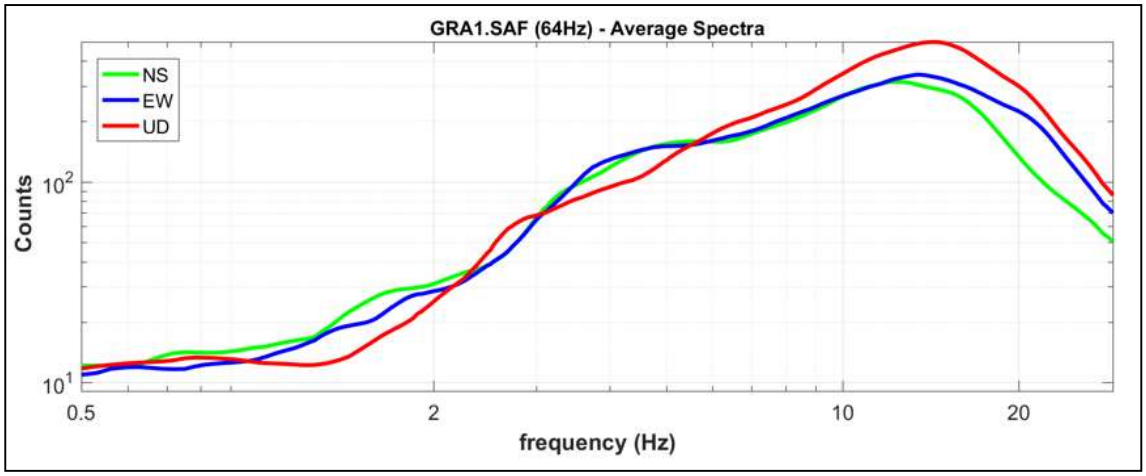


Figura 9: Spettri delle singole componenti rilevazione sismica passiva **TR1**.

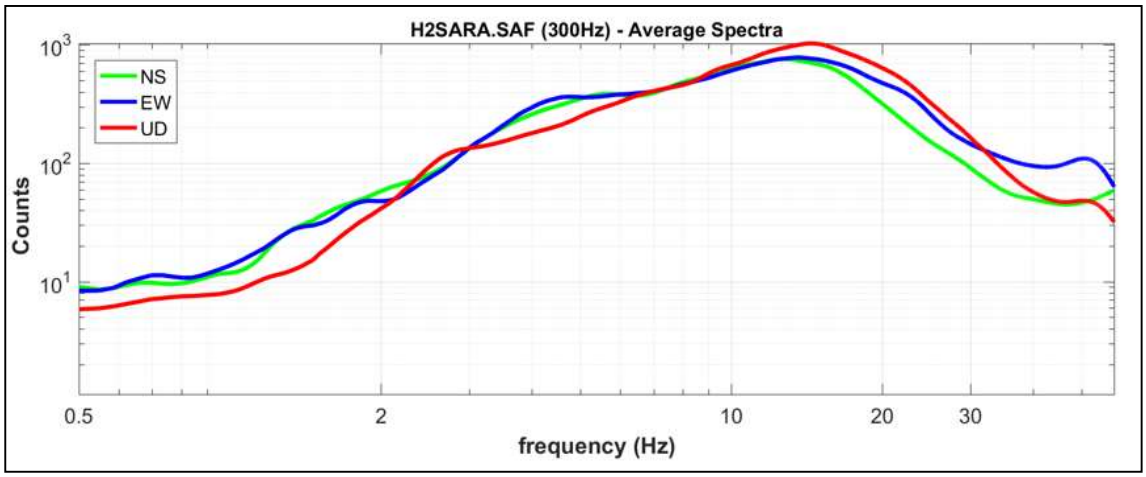


Figura 10: Spettri delle singole componenti rilevazione sismica passiva **TR2**.

6.1 FREQUENZA CARATTERISTICA DI RISONANZA DEL SITO

Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dalla sua altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula:

freq. naturale edificio ≅ 10 Hz / numero piani

Si tenga conto che se si verifica la seguente somiglianza tra risonanza del terreno e della struttura, si creano condizioni di pericolo, perché si dà luogo alla massima amplificazione:

freq. naturale edificio ≅ freq. naturale coperture

Dall'elaborazione dei risultati e dall'analisi degli stessi è possibile riconoscere i seguenti picchi di frequenza:

HVSR 1: picco di frequenza principale a **1.03 hz**, picchi di frequenza secondari a 1.50÷1.70 Hz e 4.5 Hz;

HVSR 2: picco di frequenza principale a **1.32 hz**, picchi di frequenza secondari a 0.60÷0.70 Hz e 4.5 Hz;

Si evince che tali valori di frequenza caratteristica ed i valori di frequenza fondamentale di risonanza delle strutture esistenti ed in progetto dovranno essere sufficientemente diversi così da non comportare il verificarsi di fenomeni di doppia risonanza.

7 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA